

Sofia Iskala

KESKISUUREN RAKENNUSYRITYKSEN AIKATAULUJEN HALLINTA

Rakennetun ympäristön tiedekunta
Diplomityö
Huhtikuu 2019

TIIVISTELMÄ

Sofia Iskala: Keskisuuren rakennusyrityksen aikataulujen hallinta
Diplomityö
Tampereen yliopisto
Rakennustekniikka, DI
Huhtikuu 2019

Rakentamisessa on tärkeää hallita kolmea osa-alueetta: aikaa, laatua ja kustannuksia. Tässä diplomityössä keskitytään aikataulujen hallintaan. Aikataulujen hallinta on rakennusyritykselle hyvin tärkeää, sillä kiireessä kustannukset kasvavat ja laatu kärsii. Aikataulujen hallinnan koetaan olevan osa-alue, jossa on vielä selkeästi kehittämisen varaa. Tässä tutkimuksessa pyrittiin selvittämään, kuinka keskisuuren rakennusyrityksen kannattaa hallita aikatauluja. Työn tavoitteena on analysoida kohdeyrityksen nykyisiä aikataulunhallintakäytäntöjä, luoda uusi aikataulujen laadinta- ja valvontajärjestelmä sekä selvittää kuinka uudet toimintatavat saadaan otettua työmailla käyttöön.

Työ jakautuu kahteen osioon, kirjallisuusselvitykseen ja empiiriseen osioon. Kirjallisuusselvityksessä tutkitaan eri tuotannonohjausteorioita sekä minkälaisia aikatauluja työmaan on laadittava ja kuinka toteuttaa niiden valvominen. Lisäksi käydään läpi vielä hieman muita aikataulujen hallintaan vaikuttavia asioita. Empiirisessä osiossa tutkitaan kohdeyrityksen aikataulunhallintatapoja tarkastelemalla sen menneitä työmaita. Työmaiksi valikoitiin hieman erilaisia hiljattain valmistuneita korjausrakentamiskohteita. Työmaista kerättiin tietoa erilaisista dokumenteista kuten laadituista aikatauluista, sopimuksista ja suunnitelmista sekä haastattelemalla työmaiden vastavat työnjohtajat ja työpäälliköt.

Tutkimuksen perusteella keskisuuren rakennusyrityksen ei tarvitse keksiä uusia menetelmiä aikataulujen hallintaan, vaan jo olemassa olevien menetelmien soveltaminen riittää. Tutkimuksen empiirisen osion perusteella aikataulujen valvontaan täytyy kiinnittää enemmän huomiota. Sitä on tehtävä säännöllisemmin ja siihen kannattaa käyttää valvontavinjettiä ja paikka-aikakaaviota. Kun aikataulujen valvontaa hoidetaan tehokkaammin, voidaan aikataulun poikkeamat huomata ja reagoida niihin nopeammin. Lisäksi aikataulujen hallintaa voidaan parantaa lisäämällä visuaalisia ohjausmenetelmiä. Visuaalisten keinojen avulla saadaan tavoitteet viestittyä selkeämmin kaikille osapuolille. Myös aliurakoitsijoiden aikatauluun sitouttamiseen on kiinnitettävä enemmän huomiota tiukemmilla sopimuksilla ja aikataulujen yhdessä laatimisen lisäämisellä.

Uusia toimintatapoja kannattaa ottaa käyttöön aina uuden työmaan alkaessa. Resurssit eivät riitä kaiken kerralla opetteluun, joten uusia työkaluja ja toimintatapoja otetaan käyttöön vähän kerrallaan riippuen kyseessä olevan työmaan organisaation osaamisesta. Osaamisen huomiointi ja riittävä kouluttaminen ovat tärkeässä osassa uusien menetelmien käyttöönotossa. Suurimpina haasteina käyttöönotossa voidaan pitää muutosvastarintaa sekä motivaation ylläpitämistä toiminnan kehittämiseen.

Avainsanat: Aikataulut, tuotannonohjaus, työmaa, Lean rakentaminen

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -ohjelmalla.

ABSTRACT

Sofia Iskala: The schedule management of a middle-sized construction company
Master's Thesis
Tampere University
Civil Engineering, MSc
April 2019

In construction, it is important to manage three areas: schedules, quality and expenses. In this thesis, the focus is on schedule management. Schedule management is important for construction companies because in rush the expenses get higher and the quality gets worse. Schedule management is the area, where there is a lot of room for improvement. The aim of this thesis is to clarify how a middle-sized construction company should do schedule management. The goals of this thesis are to analyze the target company's current schedule management habits, to create a new schedule planning and controlling system and to plan how to put the new schedule management habits to use in the construction sites.

The research is divided into two parts: literature and a case study. The literature part explores different production theories and what kind of schedule planning and controlling construction sites should do. This study also goes through some other points that effects on schedule management. In the case study part, the target company's schedule management habits are observed by investigating its previous construction sites. The selected sites were different renovation projects that were finished recently. The needed information about the sites was collected from different documents like schedules that have been made, contracts and plans as well as by interviewing sites' responsible site managers and construction managers.

According to the research, it is not needed to come up with new schedule management methods but to apply already existing methods. According to the case study, it is important to pay more attention on controlling the schedules. Schedules monitoring needs to happen more regularly and it is recommended to use vignettes and location-based schedules for it. When schedule monitoring is done more efficiently, it is easier to notice and react if the production does not go as planned. Schedule management can also be improved with more visualizing. Visual methods help with communicating the goals clearer for everyone. It is also important to pay more attention on committing subcontractors to the schedules. It can be done with stricter contracts and planning the schedules together.

Some of the new schedule management methods should be always put to use when a new site begins. There are not enough resources to learn everything at once so the new methods should be put to use little by little depending on the knowledge and experiences of the site organization. Paying attention to already existing knowledge and giving enough training pay a critical role when adopting new methods. The change resistance and keeping motivation high can be seen as the biggest challenges in adopting the new habits.

Keywords: scheduling, production management, construction site, Lean construction

The originality of this thesis has been checked using the Turnitin OriginalityCheck service.

ALKUSANAT

Diplomityö oli erittäin mielenkiintoinen projekti. Siinä tutkittiin aikataulujen hallintaa keskisuuren rakennusyrityksen näkökulmasta. Vaikka toivon, että aikataulujen hallinnan kehitysprojekti jatkuu vielä pitkään kohdeyrityksessä, on miellyttävää saada tämä osio valmiiksi siitä. Tämä tutkimus oli silti mukava ja hyvin kiinnostava projekti toteuttaa.

Erityiskiitokset työni ohjaamisesta ja tarkastamisesta haluan osoittaa Juha-Matti Junnoselle. Arto Saarta haluan myös kiittää osallistumisesta työn tarkastamiseen ja arvosteluun. Lisäksi suuri kiitos Rakennus Oy Antti J. Aholalle mielenkiintoisen aiheen tarjoamisesta sekä varsinkin yrityksen puolelta ohjaajana toimineelle Raimo Railiolle. Kiitos kuuluu myös kaikille haastatteluihin osallistuneille ja muille ajatuksiaan tutkimukseen liittyen jakaneille.

Lisäksi haluan kiittää hyvää ystävääni, jolta olen saanut valtavan määrän kannustusta opintojeni varrella sekä myös diplomityötä tehdessäni. Kiitän myös muita ystäviäni tuesta ja upeista vuosista opiskeluiden parissa, sekä perhettäni, joka on aina kannustanut minua opiskelemaan.

Keravalla, 28.04.2019

Sofia Iskala

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	1
1.1	Tutkimuksen tausta.....	1
1.2	Tavoitteet ja rajaukset	2
1.3	Tutkimuksen toteutus ja rakenne.....	2
2.	RAKENNUSHANKKEEN AJALLINEN HALLINTA	3
2.1	Rakennushankkeen ajallisen hallinnan periaatteet	3
2.2	Perinteinen tuotannonohjaus	4
2.3	Uusiutuva tuotannonohjaus	4
2.4	Lean	5
2.5	Last Planner	13
3.	TYÖMAAN AIKATAULUT	20
3.1	Yleisaikataulu	21
3.2	Rakentamisvaihe aikataulu	25
3.3	Valmisteleva suunnittelu	27
3.4	Viikkoaikataulu	31
3.5	Hankinta-aikataulu	34
3.6	Suunnitelma-aikataulu	34
3.7	Aikataulujen valvonta ja poikkeamiin reagointi	36
3.8	Muita työmaan aikatauluihin vaikuttavia asioita	40
4.	TUTKIMUKSEN EMPIIRINEN OSIO	42
4.1	Tapaututkimuksen toteutus	42
4.2	Työmaa 1	43
4.3	Työmaa 2	48
4.4	Työmaa 3	51
4.5	Työmaa 4	55
4.6	Aikataulujen hallinnan haasteiden kartoittaminen	57
4.7	Kohdeyrityksen nykyiset aikataulunhallintatavat	62
5.	AIKATAULUJEN HALLINNAN KEHITTÄMINEN	66
5.1	Ihanteellisen aikataulujen laadinta- ja valvontajärjestelmän piirteitä haastatteluiden perusteella	66
5.2	Keinoja aikataulujen hallinnan kehittämiseen	67
5.2.1	Aikataulujen laadinta	67
5.2.2	Aikataulujen valvonta	69
5.2.3	Tuotannonohjaus	70
5.3	Yhteenveto tuloksista	71
6.	TULOSTEN VIEMINEN KÄYTÄNTÖÖN	73
6.1	Yleistä aikataulujen hallinnan muutoksesta	73
6.2	Uusien menetelmien ja työkalujen käyttöönotto	75
6.3	Sitoutus ja motivointi	78
7.	JOHTOPÄÄTÖKSET	80

7.1	Tutkimuksen onnistuminen.....	81
7.2	Jatkotutkimusaiheet	82
LÄHTEET		83

LIITE A: HAASTATTELU KYSYMYKSET

1. JOHDANTO

Uutisissa kuullaan aina välillä rakennushankkeiden viivästymisistä ja se herättää erilaisia tunteita ihmisissä. Monesti hankkeen viivästymisen tarkoittaa myös lisääntyneitä kustannuksia tai ongelmia laadun kanssa, mitkä koetaan myös usein negatiivisiksi asioiksi. Rakennushankkeen ajallinen hallinta on tärkeää, jotta hankkeelle asetetut tavoitteet täyttyvät. Tässä diplomityössä käsitellään toteutusvaiheen aikataulujen hallintaa keskisuuren rakennusyrityksen näkökulmasta.

1.1 Tutkimuksen tausta

Rakennushankkeen ajallinen hallinta on tärkeää hankkeen onnistumisen kannalta. Hankkeen aikataulujen hallinta vaikuttaa usein sen laatuun ja kustannuksiin. Kiireessä töitä tehdessä kustannukset usein kasvavat, kun laatu puolestaan kärsii. Hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi on aikataulu suunniteltava oikein. Se ei saa olla liian kireä, mutta liian löysä aikataulukkaan ei ole hyväksi. Aikataulujen valvonta on tärkeää, jotta tiedetään, pysytäänkö aikataulussa vai ei, ja jotta muutoksiin voidaan reagoida.

Rakennushankkeen ajallinen hallinta ei usein ole yksiselitteinen asia, vaan se liittyy moniin muihinkin hankkeen osa-alueisiin ja monet eri asiat puolestaan vaikuttavat aikataulussa pysymiseen. Aikataulujen hallintaa työmaalla suunnitellessa joudutaan ottamaan monia tuotannon eri osa-alueita huomioon. Esimerkiksi laatuvaatimukset ja työturvallisuuden liittyvät asiat vaikuttavat työvaiheiden kestoihin. Aina työmaa ei toisaalta voi täysin vaikuttaa aikataulujen toteuttamiseen, jos esimerkiksi tilaajan puolelta tulee suunnitelmamuutoksia, jotka vaikuttavat aikatauluun, tai jos materiaalintoimittajalla on ongelmia tuotannossaan. Aikatauluja voidaan silti hallita eri keinoin ja siihen liittyviä riskejä voidaan minimoida erilaisilla toimenpiteillä.

Tässä työssä aikataulujen hallintaa käsitellään keskisuuren rakennusyrityksen näkökulmasta. Kohdeyrityksen aikataulujen hallintaa halutaan tehostaa tarkempien toimintatapojen avulla. Yritykseen halutaan löytää aikataulujen suunnittelemiseen ja valvontaan yhteinen käytäntö, jota työmaat voivat soveltaen noudattaa. Aikataulussa pysyminen ja etenkin kiire vaikuttavat usein myös laatuun ja kustannuksiin, joten aihe koetaan tärkeäksi käytännön tasollakin.

1.2 Tavoitteet ja rajaukset

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, minkälaisia aikatauluja keskisuuren rakennusliikkeen kannattaa laatia ja kuinka niitä on valvottava. Kohdeyrityksen nykyisiä aikataulunhallintatapoja analysoidaan sekä luodaan uusi aikataulujen suunnittelu- ja valvontajärjestelmä. Lisäksi tutkimuksen yhteydessä suunnitellaan, kuinka uusi aikataulunhallintajärjestelmä viedään käytäntöön sekä mitä asioita henkilöstölle on opetettava paremman aikataulunhallinnan saavuttamiseksi.

Tutkimuksessa aihetta tarkastellaan Suomessa tapahtuvan talonrakentamisen kannalta. Aikataulujen hallinnassa keskitytään toteutusvaiheeseen ja rakennusurakoitsijan laatiin aikatauluihin. Työ laaditaan korjausrakentamisen näkökulmasta.

Työssä kohdeyrityksenä on Rakennus Oy Antti J. Ahola. Yritys on vuonna 1996 perustettu rakennusliike. Se tarjoaa lähinnä korjausrakentamista, mutta tekee myös jonkin verran uudisrakentamista. Yrityksellä on toimintaa pääkaupunkiseudulla sekä Lahdessa. Yrityksen pääkaupunkiseudun henkilöstöön kuuluu 5 toimistotyöntekijää, 35 teknistä toimihenkilöä ja 29 työntekijää. (Rakennus Oy Antti J. Ahola, n.d.) Tässä työssä tutkimus on rajattu kohdeyrityksen pääkaupunkiseudun yksikköön.

1.3 Tutkimuksen toteutus ja rakenne

Tässä tutkimuksessa kootaan teoriaa rakennushankkeen aikataulujen hallinnasta toteutusvaiheeseen liittyen kirjallisuustutkimuksen avulla. Kohdeyrityksen nykytilannetta aikataulujen laatimisen ja valvonnan suhteen kartoitetaan haastatteluiden avulla. Lisäksi analysoidaan kohdeyrityksen muutamaa hanketta, joissa aikataulussa pysymisen kanssa on ollut haasteita tai aikataulussa ei ole pysytty. Hankkeiden analysointia varten kerätään niistä tietoja työpäälliköiltä ja vastaavilta työnjohtajilta sekä käydään läpi raportteja, pöytäkirjoja ynnä muita materiaaleja, joita hankkeista on saatavilla.

Työssä käsitellään aluksi aikataulujen hallinnan teoriaa, sitten kohdeyrityksen nykytilannetta menneiden hankkeiden avulla ja lopuksi vertaillaan, kuinka hyvin teoriaosuuden keinot auttavat kohdeyrityksen aikataulujen hallinnassa kohtaamissa haasteissa. Teoriassa otetaan ajatuksia Lean ajattelusta sekä käydään läpi erilaiset työmaan toteutusvaiheeseen liittyvät aikataulut ja niiden valvomiskeinot. Kohdeyrityksestä selvitetään suurimpia esteitä ja ongelmia aikataulunhallintaan liittyen. Viimeisenä esitellään ohjeet tehokkaampaan aikataulujen hallintaan ja käsitellään uusien aikataulun hallintatapojen viemistä käytäntöön kohdeyrityksessä.

2. RAKENNUSHANKKEEN AJALLINEN HALLINTA

2.1 Rakennushankkeen ajallisen hallinnan periaatteet

Keskeinen osa rakennushankkeen ajallista hallintaa on aikataulujen suunnittelu ja laadinta. Siinä määritellään tehtävät, niiden kestot sekä työjärjestys. Ajalliseen hallintaan kuuluvat myös aikataulujen valvonta sekä tuotannon ohjaus. Ajallinen hallinta liittyy muihinkin rakentamisen osa-alueisiin, kuten kustannuksiin ja laatuun. Tässä työssä tarkastellaan rakennushankkeen toteutusvaihetta, mutta on muistettava, että myös muiden vaiheiden aikataulut voivat vaikuttaa toteutusvaiheen aikatauluun. Toteutusvaiheen lisäksi muita rakennushankkeen vaiheita ovat tarveselvitys-, hankesuunnittelu-, ehdotus- ja yleissuunnittelu-, toteutussuunnittelu- ja käyttövaihe (Koskenvesa & Sahlstedt 2017). Esimerkiksi suunnitteluvaiheen aikataulun riittämättömyys voi näkyä puuttuvina suunnitelmina toteutusvaiheessa. Toteutusvaiheen myöhästyminen puolestaan viivästyttää käyttöönoton alkua. Jotta aikatauluissa pysyttäisiin, on kehitetty erilaisia ajanhallinnan keinoja.

Aiemmin rakennushankkeiden aikataulut tai kustannukset eivät olleet tärkeitä samalla tavalla kuin ne ovat nykyään. Esimerkiksi pyramidia rakennettaessa olivat sen muut ominaisuudet paljon arvokkaampia kuin rakennusaika tai budjetti. 1500–1700-luvulla rakennusaikataulut rupesivat kiinnostamaan enemmän. 1950-luvulla ajallisen hallinnan välineet rupesivat kehittymään enemmänkin ja erilaisia aikataulun esitystapoja rupesi syntyämään, mutta esimerkiksi ensimmäinen tunnettu jana-aikataulu on tehty jo 1890-luvulla. Lean ajattelutapaan perustuva Lean rakentaminen syntyi 1990-luvulla. Yksi Lean rakentamisen tärkeimmistä menetelmistä Last Planner menetelmä kehitettiin samoihin aikoihin. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017) Lean ajattelusta ja Last Planner menetelmästä kerrotaan tarkemmin seuraavassa luvussa.

Suomessa tuotannonohjaus painottui aluksi kustannustenhallintaan. 1970-luvulla kehitettiin tavoitehintamenettely ja rakennusosa-arvio. Aikataulujen hallinta rupesi kehittymään kuitenkin pikkuhiljaa. Aikatauluja tehtiin kriittisen polun menetelmällä sekä GANTT-kaavioilla, johon yleisessä käytössä olevat jana-aikataulut perustuvat. 1980- ja 1990-luvuilla otettiin käyttöön paikka-aika-kaavioita sekä uusia toteutusmuotoja rakennusprojekteille. Leaniin perustuva Last Planner menetelmä rantautui Suomeen 2000-luvun alkupuolella. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017)

2.2 Perinteinen tuotannonohjaus

Perinteisellä tuotannonohjauksella tarkoitetaan yleisesti käytössä olevaa tuotannonohjaustapaa. Se on lähtöisin Yhdysvalloista ja perustuu toimintaverkon ideaan. Siinä rakentaminen jaetaan pieniin osiin (Work Breakdown Structure) ja näiden perusteella laaditaan aikataulu. Aikataulujen tekeminen lähtee liikkeelle yleisaikataulusta, johon yksityiskohtaisemmat aikataulut, kuten viikkoaikataulut pohjautuvat. Aikataulusta poikkeavat suoritukset työmaalla tähtäävät lähinnä aikataulun kiinniottamiseen. Koska perinteiselle tuotannonohjaukselle on ominaista työntöperiaate, perustuu tuotannonohjaus työmaan alussa tehtyyn yleisaikatauluun ja kustannusarvioon. Työntöperiaatteessa suunnitelmat ohjaavat tehtävien aloitus- ja lopetusaikoja. Yleisaikataulu määrää, milloin tehtävät on suoritettava ja näin ollen se ”työntää” tehtäviä kohti toteutusta. (Koskela & Koskenvesa 2003)

Yksi perinteisen tuotannonohjauksen menetelmistä on kriittisen polun menetelmä. Se on ajalliseen ohjaukseen perustuva toimintaverkko. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017) Kriittisen polun menetelmässä projekti jaetaan niin pieniin tehtäviin, että niille voidaan määrittellä kestot. Tehtävien järjestys määritellään ja niistä muodostetaan aikataulu. Menetelmässä ”kriittinen polku” on aikataulun osa, joka määrittää projektin lyhimmän mahdollisen suoritusajan. Vaikka aikataululle haetaan sen lyhintä mahdollista toteutusaikaa, on aikataulua laadittaessa huomioitava pyhäpäivät ja pitää työviikko viisipäiväisenä. Lisäksi työmenetelmiä on mietittävä jo aikataulua laadittaessa aikataulun realistisuuden saavuttamiseksi. Jotta kriittisen polun menetelmän käyttö on tehokasta, täytyy aikatauluun kirjoittaa ylös kaikki tärkeät välitavoitteet sekä kriittiset työvaiheet. Projektin pilkkominen pieniin osiin auttaa hahmottamaan, onko kaikki työvaiheet tullut huomioitua. Kriittisen polun menetelmä auttaa myös näkemään, onko resurssit mitoitettu oikein projektin valmiiksi saattamiseksi annetussa aikataulussa. (East 2015)

2.3 Uusiutuva tuotannonohjaus

Uusiutuva tuotannonohjaus perustuu työntöohjaukseen ja tulosjohtamisen periaatteisiin. Siinä tarkoituksena on ehkäistä tuotannon ongelmia aina etukäteen, mutta mikäli poikkeamia suunnitelmista ilmenee, pyritään tuotanto palauttamaan suunnitelmien mukaiseksi. Ongelmien ennaltaehkäisy perustuu pitkälti tehtäväsuunnitelmien laadintaan ja nämä onkin laadittava jokaisesta aikataulutehtävästä. Tehtäväsuunnitelmia tehdessä varmistetaan tehtävien aloitus- ja toteutusedellytykset sekä arvioidaan tehtävään liittyviä riskejä. Tuotannonohjauksessa pyritään ennaltaehkäisevästi minimoimaan häiriöt, jotta ne eivät aiheuta lisäkustannuksia. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017)

Tärkeänä osana tuotannonohjausta on myös olla aina hyvin tietoinen työmaan aikataulutilanteesta. Tämä edellyttää jatkuvaa työmaan tilanteen vertaamista tavoitteisiin. Lisäksi uusiutuvassa tuotannonohjauksessa panostetaan laatuun ja pyritään hallitsemaan kustannuksia pitämällä menekit tavoitebudjetin mukaisina. Laatuvaatimukset on saatettava myös työntekijöiden tietoon. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017)

2.4 Lean

Lean on ennen kaikkea ajattelutapa, eikä pelkästään työkalujen käyttämisestä. Siinä korostetaan arvon tuottoa ja hukkan karsimista. Kaikki, mikä ei tuota arvoa asiakkaalle, on hukkaa. Arvoa pyritään tuottamaan mahdollisimman pienellä määrällä resursseja koko prosessi huomioon ottaen. Jatkuva kehittyminen ja täydellisyyteen pyrkiminen ovat myös tärkeitä osia Lean ajattelutavassa. Lean pyrkii itsekin kehittymään jatkuvasti, eikä Lean ole käsitteenäkään vakio tämän takia. Lean ajattelun perustana on Toyota Production System, jonka japanilaiset kehittivät resurssien ollessa vähissä ja kilpailun ollessa kovaa. Ajatusmallien lisäksi Leaniin sisältyy paljon erilaisia työkaluja, jotka liittyvät arvon tunnistamiseen sekä hukkan poistoon. Leanista osataan usein ottaa työkalut käyttöön, mutta ajattelutavan ymmärtäminen jää vajaaksi. Todellisen hyödyn saavuttamiseksi on tärkeää osata soveltaa työkaluja organisaation tarvitsemalla tavalla sekä ymmärtää Lean ajattelutapa ja toimia sen mukaisesti. (Merikallio & Haapasalo 2009)

Lean rakentaminen (Lean Construction) on Lean ajattelutavan soveltamista rakentamisessa. Tähän keskittyneet organisaatiot, Lean Construction Instituutit, ylläpitävät Leanin kehitystä rakentamisessa sekä jakavat tietoa aiheesta. (Merikallio & Haapasalo 2009) Lean rakentamisessa keskitytään arvon tuoton maksimointiin panostamalla prosessien virtaustehokkuuteen. Tämä tapahtuu käytännössä hukkan minimoinnilla. Lean rakentamisessa on erilaisia osa-alueita, kuten Last Planner -tuotannonsuunnittelu, integroivat sopimusmallit sekä arvovirtojen mallintaminen. (Lean Construction Institute Finland n.d. a) Lean rakentamisessa halutaan saada tuotantovirtoja tasaisemmiksi ja pyritään niiden ennustettavuuden lisäämiseen. Hankkeen kustannukset alenevat ja aikataulu on paremmin hallittavissa ennustettavuuden avulla. Jatkuva kehittyminen on Leanissa erittäin tärkeää, sillä parantamisen varaa on oikeastaan aina kaikilla. (Lean Construction Institute Finland n.d. b)

Kokonaishintainen pääurakka on yleisin rakennushankkeiden toteutusmuoto Suomessa. Tämä toteutusmuoto ei itsessään tue Lean rakentamista, sillä projektin osanottajilla ei ole yhteistä tavoitetta, vaan jokaisella on hieman oma näkökulmansa projektiin. Lean periaatteelle sopivampia toteutusmuotoja ovat integroidut toteutusmuodot eli integroidut projektitoimitukset. Integroiduissa toteutusmuodoissa projektin osapuolilla on yhteiset tavoitteet sopimusten avulla. Allianssimalli on näistä pisimmälle viety toteutusmuoto, jossa osapuolilla on vain yksi yhteinen sopimus. Integroiduissa toteutusmuodoissa osapuolet pääsevät tekemään aidosti yhteistyötä, mikä edesauttaa virtauksen periaatteen toimivuutta. Mikäli Lean rakentamista halutaan toteuttaa kokonaisvaltaisesti, on päätös siitä tehtävä jo projektin alkuvaiheessa organisaatiota kootessa. (Lean Construction Institute Finland n.d. c) Asiakkaalle tuotettava arvo on avainasemassa Lean rakentamisessa, ja sopiva toteutusmuoto edesauttaa tässä asiassa huomattavasti (Lean Construction Institute Finland (n.d. b). Vaikka aina toteutusmuoto ei ole Lean ajattelun mukainen, voidaan Leania silti käyttää hyväksi rakentamisessa.

Leaniin liittyy erilaisia menetelmiä ja työkaluja, joita ovat edellä mainitun integroidun projektitiimin lisäksi arvoketjuanalyysi, six-sigma, tiimityö, Big Room, tuotannon tasapainottaminen, tahtiaikatuoanto, standardointi, Just-in-Time, Kanban, Poka-Yoke, nopea sarjanvaihto, 5S, visuaalinen ohjaus, tuottava ylläpito, Andon, 5x Why, Last Planner menetelmä sekä Lean mittarit. Työkalut liittyvät arvon määrittelyyn, hukan poistoon ja tuotannon sujuvoittamiseen. Lean on kokonaisvaltainen ajattelutapa, jossa suurin hyöty saavutetaan, kun menetelmä otetaan käyttöön kokonaisvaltaisesti jo projektin alussa. Lean rakentamisessa tärkeintä ei ole tiettyjen työkalujen käyttö, vaan niiden soveltaminen tarpeen mukaisesti. Työkalut ovat apukeinoja ajattelutavan soveltamiseen. (Merikallio & Haapasalo 2009) Vaikka kaikki Lean työkalut eivät liity yhtä selkeästi aikataulujen hallintaan, on tässä työssä haluttu esitellä niistä useampia.

Arvoketjuanalyysiin liittyy monia erilaisia menetelmiä, joiden avulla voidaan kuvata prosesseja, ymmärtää arvoketjua ja poistaa hukkaa. Arvoketjuanalyysin tarkoituksena on löytää ratkaisuja ongelmiin, jotka on vaikea havaita, mutta helppo ratkaista. Arvoketjuanalyysin soveltamiskohteita ovat kumppanuusajattelu sekä säännölliset palautepalaverit. Six-sigma on arvoketjuanalyysin kaltainen prosessien parantamisen työkalu. Siinä ongelmat ovat vaikeasti löydettäviä, mutta ne on ratkaistava kiireellisesti. Six-sigma liittyy enemmän laadun parantamiseen, kun arvoketjuanalyysi analysoi ja kuvaa arvoa asiakkaan näkökulmasta. Six-sigmaa voidaan käyttää apuna hukan poistamisessa, sekä standardeissa ja toleransseissa. (Merikallio & Haapasalo 2009)

Lean kannustaa tiimityöskentelyyn niin organisaation kehitysprojekteissa kuin monimutkaisia ongelmia käsitellessä. Tavoitteen ollessa monimutkaisempi sopii sen ratkaisemiseen paremmin tiimi kuin yksilö. Tiimityön laadukkuuteen on kuitenkin panostettava muun muassa jakamalla työmäärä tasaisesti, kommunikoimalla avoimesti sekä asettamalla yhteisiä tavoitteita. Laadukas tiimityö lisää tiimin suorituskykyä, mutta myös yksilön oppimista sekä tyytyväisyyttä työhön. (Merikallio & Haapasalo 2009) Tiimityöskentelyä on myös Big Room -toiminta, jossa projektin eri osapuolet käyttävät yhteistä työskentelytilaa. Big Room -toiminnan tavoitteena on parantaa tiedonkulkua, lisätä luottamusta osapuolten välillä sekä lisätä oppimista ja kehittymistä. Big Room -toimintaa voidaan tehdä eri asteilla. Yhteisessä tilassa työskentelyä voi olla kaikkina päivinä viikossa, erikseen sovittavina työpajoina tai jotain siltä väliltä. (Merikallio & Sormunen 2018)

Tuotannon tasapainottaminen liittyy tuotannon aikatauluttamiseen. Siinä minimoidaan tuotteiden eroavaisuuksien aiheuttamat vaihtelut tuotantoon pilkkomalla tuotanto pienempiin eriin ja vähentämällä varastoja. (Merikallio & Haapasalo 2009) Tahtiaikatuoantossa on tavoitteena saavuttaa tasainen tuotantotahti. Siinä määritellään tuotannolle tahtiaika eli etenemisnopeus hitaimman työvaiheen mukaan. Hitainta työvaihetta voidaan yrittää nopeuttaa esimerkiksi jakamalla se osiin. Muiden työvaiheiden resurssit määritellään tähän perusteella, jotta tuotantonopeuksista saadaan tasaisia. Tahtiaikatuoantoa käytettäessä aliurakoitsijoiden sanktiot sidotaan etenemisnopeuteen perinteisten välitavoit-

teiden sijasta. Tahtiaikatuotannossa käytetään tuotannonohjauksen apuna erilaisia visuaalisia keinoja, kuten porrasvinjettiä. Sen valvonnassa on oleellista seurata tuotantonopeuden tasaisuutta. Tahtiaikatuotanto soveltuu kohteisiin, joissa on toistuvuutta, kuten linjasaneeraukset, monet asuntokorjauksista ja hotellien korjaukset. (Lean Construction Institute Finland 2015 a)

Standardoinnissa on ideana suunnitella ja toteuttaa tuotanto niin, ettei se ole tekijästä riippuvaista. Työn standardoinnilla pyritään vähentämään hukkaa sekä parantamaan tehokkuutta. Poikkeamat on helpompi havaita, kun toiminnot ovat tarkasti standardoituja, joten niihin päästään puuttumaan nopeasti. Standardointi myös mahdollistaa toiminnan mittaamisen. Standardointi tarkoittaa toimintatapojen vakiointia, jota voidaan esimerkiksi auttaa yhtenäisellä tietojärjestelmällä. Se voi koskea yksittäisiä rutiineja tai isompia kokonaisuuksia. (Merikallio & Haapasalo 2009)

Just-in-Time tuotannossa pyritään tuottamaan tuotteita vain, kun asiakas niitä tarvitsee. Tällöin varastointi minimoidaan ja tuotantoa kontrolloidaan imun avulla. Tämä luo erityisesti hankinnoille haasteita. Just-in-Time ei ole silti vain varastoinnin minimoimista, vaan koko toimintaverkon kattava menetelmä. (Merikallio & Haapasalo 2009)

Kanban tarkoittaa kortteja, joiden avulla voidaan ohjata materiaalivirtoja. Kortilla voidaan näyttää, että tarvitaan lisää materiaalia. Kanban auttaa imuohjauksen luomisessa. Korteista voi olla myös muita variaatioita, kuten nostokortti, pikakortti tai virhekortti. Kanban toimii parhaiten, kun muut Lean työkalut ovat jo käytössä. Kanbania voidaan soveltaa elementtituotannossa sekä työmaan materiaalivirtojen hallinnassa. (Merikallio & Haapasalo 2009)

Poka-Yoke on kehitysmenetelmä, jossa lisätään laitteita havaitsemaan poikkeavuuksia tai työmenetelmiä, joissa virheiden tekeminen on vähemmän todennäköistä. Laite tai menetelmä voi joko hälyttää virheestä, estää virheellisen toiminnan tai pysäyttää koneen, jotta virheellinen toiminta ei pääse aiheuttamaan muuta vahinkoa. Poka-Yokea voidaan soveltaa hyvin monella eri tavalla. Työmailta löytyy paljon soveltamiskohteita. Yksi tärkeä näkökulma on työturvallisuus. Poka-Yokea voidaan soveltaa myös tietomallintamisessa, kuormien vastaanottomenettelyissä tai pilarien asentamisessa. (Merikallio & Haapasalo 2009)

Nopea sarjanvaihto liittyy tuotantolinjojen tuotteiden vaihtoon. Siinä pyritään tehostamaan vaihtoprosessi pienentämällä vaihtoon tarvittavia resursseja. Monesti tuotteen vaihto vie huomattavasti resursseja, minkä takia pyritään tekemään suurempia eriä kerralla. Nopean sarjanvaihdon avulla kiinnitetään huomiota vaihtoon liittyviin toimintoihin, joita tehdään koneen ollessa pysähdyksissä tai käynnissä. Työmailla rakentamisessa nopeaa sarjanvaihtoa voidaan soveltaa työporukan siirtymisessä työkohteesta toiseen, jolloin sitä pyritään tehostamaan. (Merikallio & Haapasalo 2009)

5S tulee sanoista sort = lajittele, set in order = järjestä, shine = puhdista, standardize = standardoi sekä sustain = ylläpidä. Siisteys vaikuttaa tuotannon tehokkuuteen sekä työ-
turvallisuuteen, minkä takia siisteiden vaatimista pidetään tärkeänä osana hyvää johta-
mistä. Siistissä ympäristössä toimiminen on helpompaa, eikä epäjärjestys aiheuta turhia
viiveitä toiminnalle. 5S liittyy läheisesti työmaan käytännön toimintaan, kuten jätteiden
lajitteluun, materiaalien ja työkalujen varastointiin sekä ylipäättään työmaan ylläpitoon.
(Merikallio & Haapasalo 2009) 5S menetelmää on havainnollistettu kuvassa 1.



Kuva 1: 5S menetelmä havainnollistettuna. (Phillippi 2017)

Visuaalinen ohjaus on erilaisten visuaalisten keinojen käyttöä. Niillä pyritään saamaan
työpaikka organisoidummaksi. Visuaalisessa ohjauksessa materiaalien ja työkalujen pai-
kat voidaan merkitä visuaalisesti tai yrityksessä voi olla erilaisia visuaalisia mittareita
käytössä. Esimerkiksi TR-mittari on yksi visuaalisen ohjauksen soveltamiskohteista. Vi-
suaalista ohjausta voidaan käyttää myös hyväksi ongelmien ratkaisussa ja tiedon jakami-
sessa ylipäättään. Ihmiset hahmottavat visuaalisen informaation paremmin kuin numeeri-
sen, minkä takia se on tehokkaampi keino tiedon jakamiseen. (Merikallio & Haapasalo
2009) Constin teettämässä diplomityössä havaittiin visuaalisten keinojen auttavan tuotan-
nonohjaamisessa. Tutkimuksessa visuaalisia menetelmiä testattiin kahdella työmaalla.
Toisella työmaalla käytettiin seinälle tehtyä visuaalista kolmeviikkoissuunnitelmaa, joka

yhdistettiin urakoitsijakokouksiin. Sen todettiin lisäävän urakoitsijakokousten läpinäkyvyyttä ja parantavan urakoitsijoiden välistä yhteistoimintaa. Toisella työmaalla todettiin visuaalisten aikataulujen helpottavan työnjohdon ja työntekijöiden aikataulujen valvontaa. Uusien työkalujen käyttöönoton huomattiin lisäävän aikataulujen valvontaa huomattavasti. Aikataulujen valvonta tuli osaksi päivittäistä rutiinia visuaalisten keinojen ja diplomityön panostuksen takia. Työmaiden kiinnostus aikatauluihin ja niiden häiriöihin lisääntyi merkittävästi tutkimuksen aikana. Toisella työmaalla visuaalisen ohjaustaulun ajanhallintatyökalut olivat kolmeviikkoissuunnitelma ja aloitusedellytysten tarkastusmatriisi. Lisäksi ohjaustauluun kuuluivat esteet/häiriöt -taulu, materiaalityökalut -taulu, tavoitteet -taulu, yleisaikataulu ja pohjakuvat kerroksista. Toisella työmaalla ohjaustaulu oli rakennettu joka rappuun ja ne sisälsivät runkovaiheen ja sisävalmistusvaiheen aikataulut. (Alastalo 2014) Kuvat Constin tapaustutkimusten visuaalisista ohjaustauluista on esitetty kuvissa 2 ja 3.



Kuva 2: Constilla tapaustutkimuksessa käytetty visuaalinen ohjaustaulu. (Lean Construction Institute Finland 2015 b)



Kuva 3: Constin toisessa tapaustutkimuksessa käytetty visuaalinen ohjaustaulu. (Alastalo 2014)

Tuottavassa ylläpidossa ei koneiden ja laitteiden ylläpitoa jätetä vain huoltohenkilökunnalle. Siinä kaikkien työntekijöiden on osallistuttava laitteiden kunnon tarkasteluun sekä suorittaa ylläpitäviä toimenpiteitä jatkuvasti. Tuottavassa ylläpidossa kiinnitetään huomiota myös laitteiden ja koneiden suunnitteluun ja valintaan. Varakoneiden saatavissa pitäminen on tuottavan ylläpidon soveltamista. (Merikallio & Haapasalo 2009)

Andonissa jokainen työntekijä voi tarvittaessa pysäyttää tuotannon virheen havaitessaan ja kutsua apua ongelman korjaamiseen. Ideana on, että vaikka tuotanto hetkellisesti kärsii pysähdyksestä, parantaa se tuottavuutta pidemmällä tähtäimellä, kun ilmenneet virheet analysoidaan aina ja näin kyetään vähentämään niitä. Andonilla parannetaan laatua ja poistetaan hukkaa virheiden vähenemisellä. Andonin tuoma tuotannon pysäyttäminen ei ole suomalaisen ajatusmaailman mukaista, mutta sitä sovelletaan työturvallisuuteen liittyen. (Merikallio & Haapasalo 2009)

5xWhy eli 5x Miksi on menetelmä ongelmien juurisyiden etsimiseen. Siinä kysytään esimerkiksi viidesti miksi, jotta ongelman alkuperäinen syy ratkeaa. Tärkeintä ei ole kysymysten määrä vaan todellisen syyn selvittäminen riittävällä määrällä kysymyksiä eikä ensimmäiseen kysymykseen saatuun vastaukseen tyytyminen. 5xWhy soveltuu hyvin esimerkiksi aikataulupoikkeamien tai prosessien ongelmien analysointiin. Sen käyttö on käytännössä omaksumisesta kiinni. (Merikallio & Haapasalo 2009) Esimerkki miksi -kysymyssarjasta on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1: Esimerkki 5x Miksi -kysymyssarjasta. (Koskela et al. 2013, muokattu taulukoksi)

Viisi kertaa miksi? -kysymyssarja:	
1. Miksi en saanut lämpöpattereita asennetuksi?	Koska helat eivät sopineet.
2. Miksi helat eivät sopineet?	Koska helat olivat väärät.
3. Miksi helat olivat väärät?	Koska helat oli vaihdettu.
4. Miksi ne oli vaihdettu?	Koska niitä, jotka oli ilmoitettu piirustuksissa, ei löytynyt tukkurilta.
5. Miksi oli suunniteltu tuotteilla, joita ei ole markkinoilla?	Tuotekirjassa oli, mutta tuotekirjassa oli paljonkin tuotteita, joita ei tukkurilta löytynyt.

Last Planner menetelmä keskittyy rakentamisen tuotannonohjaukseen (Koskela & Koskenvesa 2003). Last Planner menetelmää on käsitelty erikseen seuraavassa luvussa.

Lean mittareilla voidaan mitata esimerkiksi hukan määrää, hajontaa, ihmisten toimintaa tai arvon tuottamista. Hukan määrään liittyy varastojen tehokkuus eli varaston hävikki sekä varastointiaika. Hajontaa voidaan mitata suunnitelmien toteutumisen luotettavuudella, tuotteiden suunnitelmanmukaisuudella tai toiminnan täsmällisyydellä. Ihmisten toiminnan mittaaminen voi tarkoittaa esimerkiksi onnettomuuksien mittaamista tai aloitteiden määrää. Arvon tuottamisen mittaus liittyy arvon määrän suhteeseen arvon tuottamiseen käytettyyn aikaan. Mittareita tarvitaan johtamisen apuna, sillä niiden avulla voidaan asettaa tavoitteita ja valvoa suorituksen kehittymistä. Lean mittarit toimivat rakennusallakin hyvin. (Merikallio & Haapasalo 2009)

Lean-rakentaminen on saanut kritiikkiä melko vähän. Saadun kritiikin mukaan Lean-rakentamisen yhteisö on määritellyt liian hitaasti, mitä Lean tarkoittaa, eikä Lean-rakenta-

misen puutteita ei ole haastettu tarpeeksi. Kritiikki on liittynyt yleensä Leanin mahdollisiin vaikutuksiin työelämän laatuun. Esimerkiksi yksilön vapauden on pelätty vähentyvän liikaa tai stressin lisääntyvän Lean-tuotannon myötä. Lisäksi kritiikin mukaan Lean-rakentamista käsittelevä kirjallisuus ei ole ottanut henkilöstövoimavarojen johtamista tarpeeksi hyvin huomioon. Kritiikki on kuitenkin auttanut Lean-rakentamisen kehittymistä ja sen puutteita on otettu paremmin huomioon. (Gao & Low 2014)

Huonona puolena Lean rakentamisessa on mainittu, että Just-In-Time vaatii toimittajia toimittamaan materiaaleja juuri silloin kuin niitä tarvitaan. Materiaalin toimittaja ei tällöin voi toimittaa tilauksia keskitetysti tiettyinä päivinä, vaan päivittäin, mikä lisää hukkua heidän toimintaansa. Lisäksi tämä voi lisätä liikenneuhkia. Henkilöstön huomioimisen puolesta on taas kritisoitu, että Just-in-Time ajattelun takia ihmiset joutuvat työskentelemään kovemmin toistuvien tehtävien parissa. Mikäli Leania ja sen menetelmiä sovelletaan väärin, voi se lisätä stressiä ja epäinhimillisyyttä. (Gao & Low 2014)

Vuonna 2009 julkaistussa tutkimuksessa selvitettiin projektituotantojärjestelmän strategisia kehittämiskohteita kiinteistö- ja rakennusalailla Suomessa. Siinä selvitettiin muun muassa korjausrakentamisen haasteita ja kuinka Lean metodit auttavat vastaamaan näihin haasteisiin. Haasteita ja ratkaisuja selvitettiin työpajojen avulla. Tutkimuksessa oli hie- man yli 10 rakennusalan toimijaa mukana eikä tuloksia voi suoraan yleistää koskemaan koko rakennusala. Havaitut haasteet olivat silti melko yleisluontoisia, minkä takia kehityskohtien voidaan olettaa koskevan ainakin samantyyppisiä organisaatioita. Mukana olleet organisaatiot olivat Tiehallinto, Sweco PM Oy, Skanska Oy, NCC Rakennus Oy, Suomen Talokeskus Oy, Destia Oy, Talorakennusteollisuus ry, Tekes, H2Innovations Oy ja Vakeva Oy. Tutkimuksen tuloksissa itse kokoonpanon eli rakentamisen haasteiksi nimettiin hajautettu toteutusmalli ja osaoptimoinnista johtuvat töiden sovittamisvaikeudet. Lean metodit, jotka voivat auttaa korjausrakentamisen haasteissa, ovat Last Planner menetelmä, arvoketjuanalyysi, standardointi, imuohjaus, tuottava kunnossapito, nopea sarjanvaihto, Gemba walk, joka tarkoittaa esimiehen tuotantoon osallistumista tekemisen tasolla, ongelmanratkaisumenetelmät, automatisaatio ja Poka-Yoke. Lean Construction Instituutit ovat osoittaneet Leanin vähentävän kustannuksia jopa 10–40 prosenttia ylipää- tään rakennusprojekteissa. (Merikallio & Haapasalo 2009)

Lean periaatteiden soveltumista perustajaurakointiin tutkittiin Koivusen (2016) diplomi- työssä. Diplomityö totesi Lean periaatteiden auttavan monissa tuotannon ongelmissa. Palauteen saanti työmaalla koettiin yhdeksi ongelmista. Yrityksestä oppivan organisaation tekemisen koettiin olevan ongelmaan auttava Lean periaate, sillä sen avulla työmaat saavat parempaa palautetta toiminnastaan, mikä mahdollistaa kehittymisen. Myös tiukka aikataulu oli yksi ongelmista. Sen vuoksi laatu kärsii ja työmaata vaivaa kiireen tuntu. Last Planner menetelmän koettiin auttavan tässä, sillä se avulla aliurakoitsijoiden yhteistyö ja työnjohdon aikataulujen valvonta paranevat. Aliurakoitsijoiden työnjohdon heikko osal-

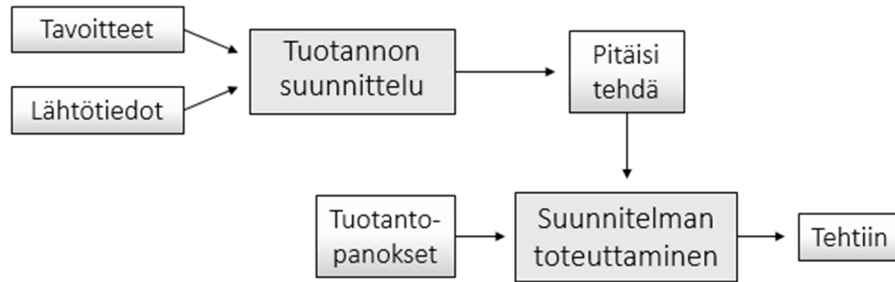
listuminen oli viimeinen mainittu tuotantoon liittyvä ongelma. Tähän vaikuttaa sopimustekniikka. Last Planner menetelmän käyttöönotto ja kulttuurin muutos auttavat saamaan aliurakoitsijat paremmin tietoisiksi muista käynnissä olevista töistä. (Koivunen 2016)

Myös Lehtiniemi (2015) toteaa diplomityössään Leanin olevan hyvä keino tuotannonohjauksen kehittämiseksi. Esimerkiksi Lean työkaluihin kuuluvat visuaaliset tuotannonohjauksen menetelmät ovat kustannustehokkaita ja selkeitä tapoja kehittää tuotannonohjausta. Työssä tutkittiin uusien tuotannonohjausmenetelmien käyttöönottoa korjausrakentamisessa. Uusien Lean työkalujen käyttöönoton haasteeksi todettiin, että mikäli otetaan vain yksittäisiä Lean työkaluja käyttöön, on niiden hyötyjä vaikea tunnistaa alkuvaiheessa. Suurimpana Lean menetelmien käyttöönoton haasteena voidaan pitää Lean ajattelutavan ymmärtämistä ja sisäistämistä. Yksilöiden ja organisaation muutoksen vastustaminen, asenteet ja toimintakulttuuri hankaloittavat Leanin kokonaisvaltaista käyttöönottoa. Lean työkaluja ei tule käyttää vain yksinään, vaan ne tarvitsevat laajempaa järjestelmää. Ulkoinen ympäristö ei tue rakennusallalla riittävästi uusien menetelmien käyttöönottoa, vaikka hyödyt tiedostettaisiin. Työmaiden kiire ei helpota uusien menetelmien käyttöönotossa. Esimerkiksi Last Planner menetelmä vaatii kokonaisvaltaista käyttöönottoa ja sen huomioimista muun muassa myös sopimusten osalta. Myös aliurakoitsijat on saatava menetelmään mukaan, eikä aliurakoitsijoiden suuri määrä ja vaihtuvuus helpota uudenlaisen yhteistyön rakentamista. Lisäksi ulkomaalaiset aliurakoitsijat aiheuttavat oman haasteensa. Leanin käyttöönotto vaatii erittäin hyvää muutosjohtamista onnistuakseen. (Lehtiniemi 2015)

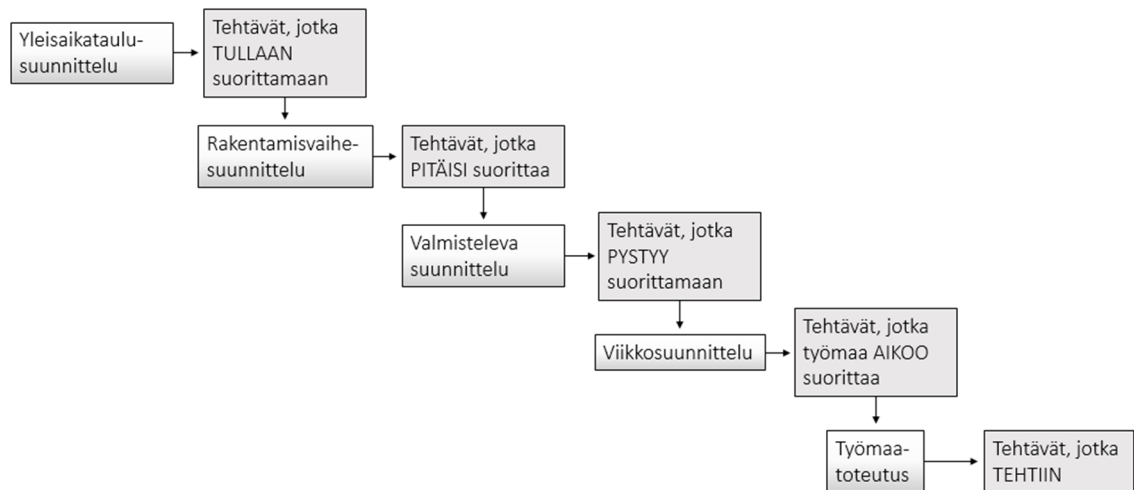
Kirjallisuusselvityksen perusteella Lean soveltuu rakennusallalle, mutta sen kokonaisvaltainen käyttöönotto on haasteellista, elleivät kaikki osapuolet lähde muutokseen myös mukaan. Paras tulos saadaan, jos tilaajaorganisaatio, urakoitsija, aliurakoitsijat ja muut osapuolet soveltavat Leania.

2.5 Last Planner

Last Planner menetelmä on Lean ajattelutapaan perustuva rakentamiseen tehty työkalu (Merikallio & Haapasalo 2009). Last Planner System™ on rekisteröity tavaramerkki, mutta sen käyttö sallitaan ja sitä suositellaan käytettäväksi. Nimensä mukaan Last Planner on ”Viimeinen suunnittelija” ja viittaa henkilöön, joka toimeenpanee tehtäviä rakennustyömaalla. Last Planner menetelmässä keskitytään Leanin mukaisesti tuotannon sujuvuuden varmistamiseen, hukan poistoon ja jatkuvaan kehitykseen. Last Planner menetelmän tuotannonohjausmalli poikkeaa perinteisestä tuotannonohjauksesta keskittymällä enemmän tehtäviin, jotka voidaan toteuttaa, kun perinteinen tuotannonohjaus keskittyy tehtäviin, jotka pitää toteuttaa. (Koskela et al. 2013) Perinteisen tuotannonohjausmenetelmän tuotannonohjausmalli on esitetty kuvassa 4 ja Last Planner menetelmän kuvassa 5. Kuvista nähdään selkeämmin menetelmien ajattelutapojen ero.



Kuva 4: Perinteisen tuotannonohjausmenetelmän tuotannonohjausmalli. (Koskela et al. 2013, muokattu)



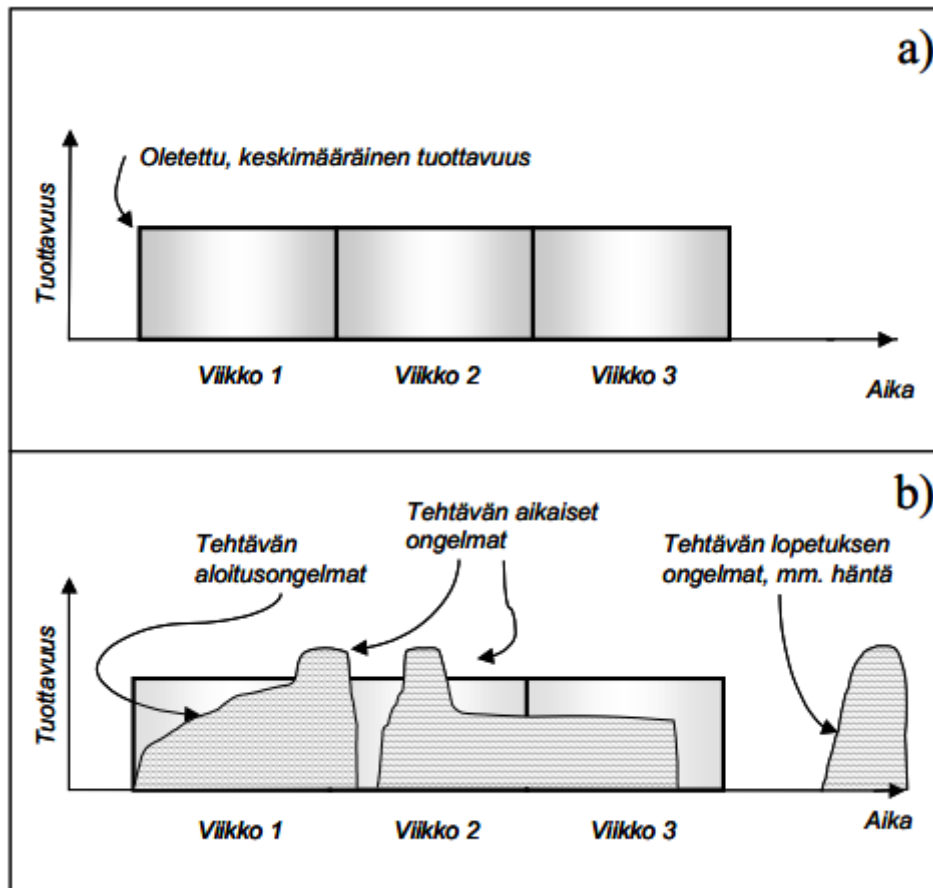
Kuva 5: Last Planner menetelmän tuotannonohjausmalli. (Koskela et al. 2013, muokattu)

Koskelan & Koskenvesan (2003) mukaan Last Planner menetelmän keskeisiä osia ovat:

1. Viikkosuunnitelma, johon kuuluu oleellisena osana tehtävien edellytysten varmistaminen. Viikkosuunnitelmien laatu on tärkeässä roolissa. Tehtävien tulee olla selkeästi määriteltyjä eikä viikkosuunnitelmaan tule ottaa tehtäviä, joiden edellytysten olemassaolo ei ole riittävän hyvin selvillä.
2. Sitouttaminen. Viikkosuunnitelma tulee laatia yhdessä työnjohtajien ja työryhmien edustajien kanssa, jotta he voivat luvata toteuttaa viikkosuunnitelmaan otettavat tehtävät.
3. Viikkosuunnitelmista tarkistetaan tehtävien toteutuminen ja sille annetaan prosenttiluku sen mukaan, kuinka suuri osa suunnitelluista tehtävistä saatiin toteutettua.

4. Valmisteleva suunnittelu. Valmistelevan suunnittelun tulee olla järjestelmällistä, sillä siinä luodaan tulevien viikkosuunnitelmien tehtävien aloitusedellytyksiä.
5. Selvitetään tehtävän toteutumatta jäämisen syyt. Syyt tulee myös ryhmitellä ja tilastoida, jotta saadaan luotettava kuva tuotannon ongelmista.
6. Syihin vaikuttaminen. Kun tuotannon ongelmat ovat tiedossa, tulee niitä pyrkiä vähentämään. Näin saadaan viikkoaikataulun tehtävien toteutumisprosentti kasvamaan ja tuotannosta tehokkaampaa.
7. Rakentamisvaihesuunnittelun tekeminen yhteistyöllä. Eri töiden edustajat tulee ottaa mukaan rakentamisvaihesuunnittelun tekemiseen. Työjärjestys, kestot ja häiriövarat suunnitellaan yhdessä.

Perinteisessä tuotannonohjauksessa haasteena on oletus, että työn suorituksessa on tasainen tuottavuus. Todellisuudessa havaitaan erilaisia ongelmia, jotka tekevät tuottavuudesta epätasaista. Tehtävän aloitukseen, suoritukseen ja lopetukseen liittyy ongelmia, joita perinteinen tuotannonohjaus ei huomioi yhtä hyvin kuin Last Planner menetelmä. Tehtävän aloitukseen liittyviä ongelmia voidaan poistaa kolmella tavalla. Valmistele-
vassa suunnittelussa pyritään luomaan aloitusedellytyksiä ennakoivalla toiminnalla, tehtäviä otetaan toteutettavaksi, mikäli kaikki aloitusedellytykset on varmistettu ja Last Planner menetelmän jatkuva parantaminen vähentää ongelmia pidemmällä tähtäimellä. Jatkuva parantaminen lisää myös tehtävien toteutumisen luotettavuutta ajan kuluessa. Työn sujuvuutta lisää myös menetelmään kuuluva töiden jakaminen viikon mittaisiin osiin ja viikoittainen ongelmien torjunta sekä tuottavuuden valvominen. Nämä tavat poistavat myös lopetukseen liittyviä ongelmia. (Koskela et al. 2013) Tasaisen tuottavuuden oletus sekä aloituksen, suorituksen ja lopetuksen ongelmia on kuvattu kuvassa 6.



Kuva 6: a) Perinteisen tuotannonohjauksen oletus, jonka mukaan tehtävä suoritetaan tasaisella tuottavuudella. b) Tuottavuuden vaihtelu sekä aloitusongelmat, tehtävän aikaiset ongelmat ja lopetuksen ongelmat. (Koskela & Koskenvesa 2003)

Kriittisen polun menetelmä ei huomioi työmaan tilannetta ja tehtävien toteuttamiskelpoisuutta yhtä hyvin kuin Last Planner menetelmä. Kriittisen polun menetelmän heikkous on liikaa projektin alussa tehtyihin suunnitelmiin nojautuminen. Suunnitelmat ovat aina arvioita, mutta arviot toteutuvat harvoin. Last Planner menetelmä keskittyy sujuvan työnkulun luomiseen. Tämän lisäksi Last Planner menetelmän eduiksi ilmaistaan turvallisuuden lisääntyminen, ennustettavamman tuotanto-ohjelman syntyminen, projektin keston lyhentyminen, parempi talouden hallinta, työnjohdon stressin vähentyminen, tuotanto-prosessin kehittyminen ylipäättään sekä auttaa tekemään projektista paremman asiakkaan Just-in-Time toimituksille. (Ćwik & Rosłon 2017)

VTT:n tutkimuksessa testattiin Last Planner menetelmän soveltuvuutta Suomessa. Tutkimuksessa oli mukana neljä työmaata. Työmaat olivat Hartelan, NCC:n Skanskan ja YIT:n. Last Planner menetelmästä otettiin käyttöön viikkosuunnitelma, jossa tehtävien aloitusedellytykset on varmistettu, viikkosuunnitelmaan sitouttaminen, viikkosuunnitelman tehtävien toteutumisen valvonta sekä tehtävien toteutumatta jäämisen syiden selvit-

täminen ja niihin vaikuttaminen. Lisäksi käyttöön otettiin Last Planner menetelmän valmisteleva suunnittelu. Käytännössä siis vaihesuunnittelu jäi tutkimuksen ulkopuolelle. Last Planner menetelmä sovitettiin yhteen työmaiden olemassa olevien työskentelymenetelmien kanssa, jotta muutos ei ole liian suuri eikä uuden opettelu ole liian raskasta. Työmaat kokivat Last Planner menetelmän olevan hyödyllinen ottaen huomioon sen vaatiman työpanoksen. Töiden ohjaus ja valvonta oli helpompaa. Työnjohtajat oppivat valvomaan yleisaikataulua, mikä paransi aikataulussa pysymistä. Varsinkin isommilla työmailla kokonaisuuden hallinta koettiin helpommaksi. Työmaiden tehtävien toteutumisprosentti kasvoi tutkimuksen aikana keskimäärin 16 prosenttia. Tuotannollisen hyödyn taustalla oleviksi syiksi ilmaistiin töiden aloituksen ja lopetuksen tehostuminen, parempi valvonta sekä töiden parempi yhteensovittaminen. Testityömailla tehty Last Planner menetelmän vaiheittainen käyttöönotto sujui hyvin. Työmaat olivat motivoituneita uuden järjestelmän kokeilemiseen. Luonnollisesti käyttöönottoa vaikeuttaa työmaan luonne, eli työmaan eteneminen on pakostakin etusijalla uuden oppimiseen nähden. (Koskela & Koskenvesa 2003)

VTT:n tutkimuksessa havaittiin, että Last Planner menetelmästä on eniten hyötyä, kun työmaalla on monta työryhmää työskentelemässä samaan aikaan, kuten esimerkiksi sisävalmistusvaiheessa on tapana. Runkovaiheessa, kun työryhmiä on vähemmän, ei Last Planner menetelmästä saatu yhtä paljon hyötyä. Last Planner menetelmän käyttäminen on silti suotavinta suoraan työmaan alusta asti, sillä työskentelytapojen ja totuttujen käytäntöjen muuttaminen kesken työmaan on hankalampaa. Tutkimus suosittelee kokeilujensa ja ulkomaisten tutkimusten perusteella Last Planner menetelmään kotimaisten työmaiden lyhyen aikavälin tuotannonohjaukseen. (Koskela & Koskenvesa 2003)

Suomessa Firan kahdella työmaalla testattiin Last Planner menetelmän käyttöönottoa. Molemmilla työmailla otettiin käyttöön viikkosuunnittelu, mutta valmisteleva suunnittelu otettiin käyttöön vain toisella työmaista. Työmaalla, jolla otettiin myös Last Planner menetelmän valmisteleva suunnittelu käyttöön, oli tutkimuksen kokonaiskesto 15 viikkoa. Toisella työmaalla tutkimuksen pituus oli kuusi viikkoa. Last Planner menetelmän havaittiin lisäävän työnjohtajien tietämystä työmaan tilanteesta, tekevän aikataulun päivittäisestä valvonnasta helpompaa sekä tekevän töistä suunnitellumpaa. Lisäksi aliurakoitsijoiden aikataulujen hallinta helpottui ja sekä hukkaa että häiriöitä saatiin vähennettyä työpisteiden käytön suunnittelun parantuessa. Ongelmiksi Last Planner menetelmän käytössä koettiin työmaahenkilöstön ajankäytön ja resurssien riittämättömyys, henkilöstön riittämätön sitoutuminen Last Planner menetelmään sekä aliurakoitsijoiden kouluttaminen menetelmän käyttöön. Aliurakoitsijoiden osaaminen aikatauluttamiseen ja tietotekniikkaan ei ollut aina tarvittavalla tasolla, jotta he olisivat voineet tuottaa omia valmistelevia tai viikkoaikatauluja. Ongelmiksi koettiin myös aikataulujen esilläpitoon liittyvät käytännön haasteet sekä Last Planner menetelmän ja vanhojen käytäntöjen yhteensovittaminen. Esimerkiksi viikoittaisten urakoitsijakokousten ja aikataulujen koordinoitipalaverien koettiin sisältävän liikaa päällekkäistä sisältöä. (Lahti 2014)

Kansainvälisessä tutkimuksessa selvitettiin Last Planner menetelmään liittyviä hyötyjä ja haasteita. Siinä tutkittiin 26 eri tapaustutkimusta, minkä jälkeen tutkimuksen toisessa vaiheessa järjestettiin kyselytutkimus, johon osallistui 40 Lean rakentamisen parissa toimivaa henkilöä. Tapaustutkimukset olivat pääosin yhdysvaltalaisia, mutta viisi tapausta sijoittui Eurooppaan, Aasiaan tai Etelä-Amerikkaan. Tutkimuksessa havaittiin Last Planner menetelmän hyödyiksi sulava työnkulku, ennustettavat suunnitelmat, kustannusten ja projektiin tarvittavan ajan vähentyminen, tuottavuuden lisääntyminen sekä yhteistyön parantuminen työmaahenkilökunnan ja aliurakoitsijoiden kesken. Haasteiksi puolestaan osoittautuivat johtamisen puute, organisaation vastahakoisuus, muutoksen vastustaminen, koulutuksen puute, sopimusten aiheuttamat hankaluudet sekä tiedon ja kokemuksen puute. (Fernandez-Solis et al. 2013)

Nigeriassa tehdyssä tutkimuksessa testattiin Last Planner menetelmää yliopiston työmaalla, jossa rakennettiin neljä samanlaista hostellia käyttäen eri urakoitsijoita. Tutkimuksessa tehtiin havaintoja haastatteluiden, havaintojen, kyselyiden ja dokumenttien analysoinnin avulla. Yhden rakennuksen rakentamisessa käytettiin Last Planner menetelmää. Rakennus rakennettiin selkeästi kustannustehokkaammin kuin muut ja siinä saatiin tehtävien toteutumisprosentin keskiarvo pysymään kahdeksassakymmenessä. Kyseinen urakoitsija myös sai projektin etuajassa valmiiksi, vaikka hanke alkoi myöhässä. Kaksi muuta urakoitsijaa saivat projektit valmiiksi myöhässä, mutta kolmas urakoitsija ei saanut omaansa valmiiksi kustannusten ylittymisen takia. Last Planner menetelmän avulla saatiin ennakoitua tuotannon ongelmia viikkotasolla ja poistettua niitä ennen kuin ne toteutuivat. Last Planner menetelmän käyttöönotto oli haasteellista, mutta projektin loppupuolella osanottajat nauttivat suunnittelusta ja menetelmää pidettiin hyvänä. (Ahiakwo et al. 2013)

Saudi Arabiassa testattiin Last Planner menetelmää kahdessa isossa valtion rakennushankkeessa. Tutkimusmenetelminä käytettiin haastatteluita, kyselyitä ja havaintojen tekemistä. Last Planner menetelmän havaittiin parantavan tiimityöskentelyä sekä tehostavan jatkuvaa kehitystä. Lisäksi tehtävien toteutumisprosentti kasvoi kokeilun aikana molemmissa projekteissa huomattavasti. Haastatteluiden perusteella Last Planner menetelmää pidettiin tehokkaana ja 88 % vastaajista käyttäisi Last Planner menetelmää tulevaisuudessakin. Tutkimuksessa ilmeni myös, että Last Planner menetelmän käyttöönottoon liittyy monia kriittisiä tekijöitä sekä esteitä. Haasteiksi nimettiin muun muassa johdon tuki, sidosryhmien mukaanotto, lupauksiin sitoutuminen sekä kommunikointi. Esteiksi Last Planner menetelmän käyttöönotolle nähtiin sidosryhmien mukaanotto, asiakkaan pitkä hyväksymisprosessi, kulttuurikysymykset, sitoutuminen ja asenteet sekä lyhyen tähtäimen visio. (AlSehaimi et al. 2014)

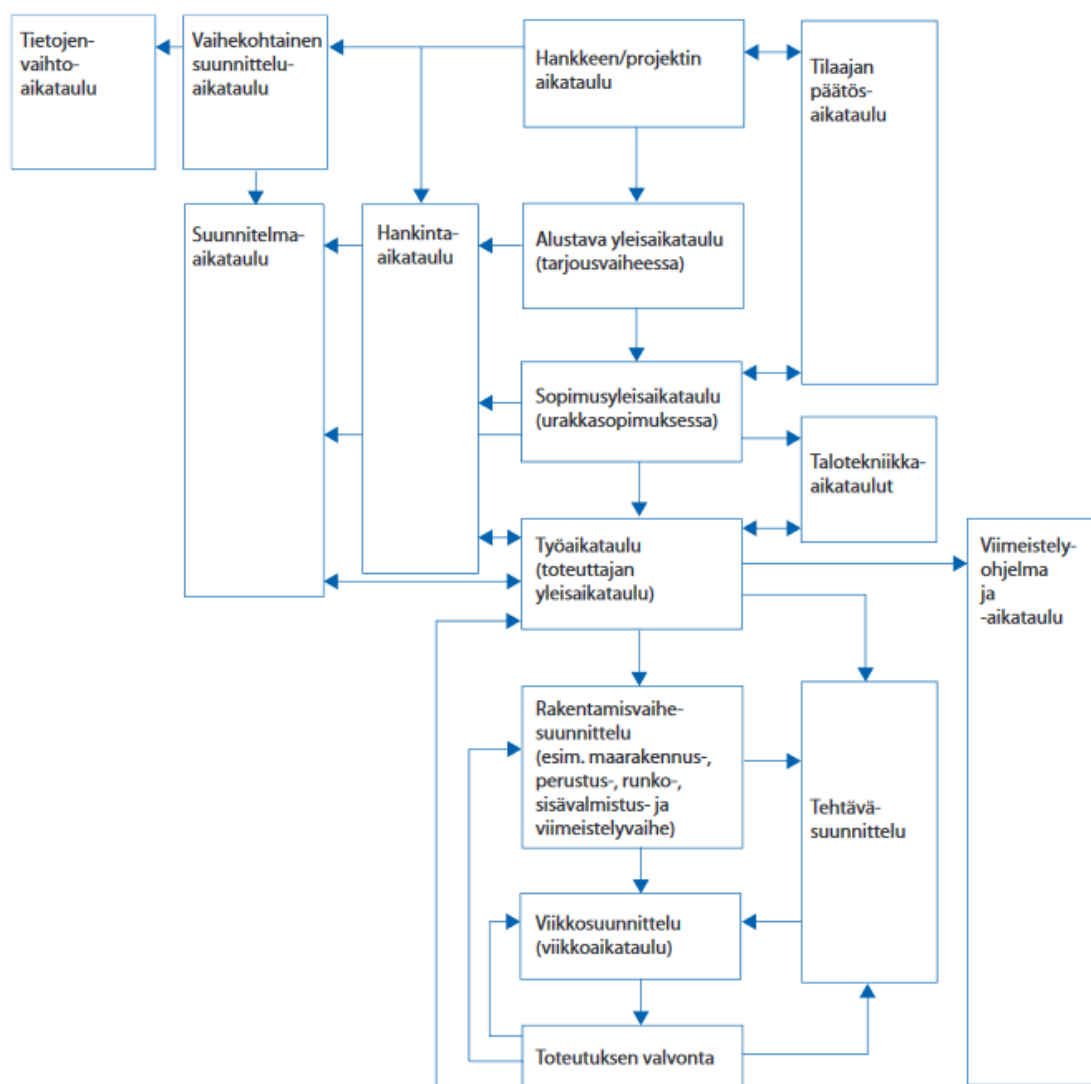
Meksikossa tutkittiin Last Planner menetelmän käyttöönottoa seitsemän tapaustutkimuksen avulla. Tapaustutkimukset suoritettiin yhden yrityksen työmailla. Tutkimuksen menetelminä olivat kyselyt, haastattelut sekä havainnointi. Tutkimuksessa havaittiin Last Planner menetelmän tuovan suurta hyötyä. Hyödyiksi mainittiin menetelmän yhdistävän

osapuolia sekä parantaa suunnittelun kontrollointia, resurssien organisointia ja johtamista. Tutkimuksessa havaittiin myös useita menetelmän käyttöönottoon liittyviä kriittisiä tekijöitä ja esteitä. Haasteita olivat muun muassa aliurakoitsijoiden mukaanotto, koulutus ja johtajien vähäinen osallistuminen. Esteiksi mainittiin esimerkiksi muutoksen vastustaminen, vastuunjaon epäonnistuminen sekä vaadittu aliurakoitsijoiden kouluttaminen menetelmään. (Cerveró-Romero et al. 2013)

Kaikkien näiden kirjallisuusselvityksen tapaustutkimusten perusteella voidaan todeta Last Planner menetelmän parantavan tuotannon tehokkuutta. Lisäksi sen huomataan nostavan tehtävien toteutumisprosenttia. Varsinkin pidemmällä ajanjaksolla voidaan Last Planner menetelmän ajatella olevan tuottavampi kuin perinteinen tuotannonohjaus. Last Planner menetelmän käyttöönotto voi kuitenkin olla haastavaa. Huomion arvoista on myös, että Suomessa tuotannonohjauskäytännöt ovat kehittyneet samaan suuntaan kuin Last Planner menetelmä, mutta ne painottavat eri asioita (Koskela & Koskenvesa 2003).

3. TYÖMAAN AIKATAULUT

Rakennustyömaata varten laaditaan monenlaisia aikatauluja. Koska työssä käsitellään toteutusvaihetta, on tähän lukuun koottu yleisimmät aikataulut, joita rakennusurakoitsija laatii rakennushankkeen toteutusvaiheessa. Käsiteltävät aikataulut ovat yleisaikataulu, rakentamisvaihe aikataulu, viikkoaikataulu, hankinta-aikataulu ja suunnitelma-aikataulu. Näiden lisäksi käsitellään valmistelemaa suunnittelua ja muita aikatauluihin vaikuttavia osa-alueita. Aikatauluista käsitellään niiden laadinnan lisäksi hieman myös valvontaan liittyviä asioita. Valvonnasta ja aikataulun poikkeamiin reagoinnista on kirjoitettu lisäksi vielä omaan alalukuunsa yleisiä asioita. Rakennushankkeen aikataulusuunnittelun vaiheet kokonaisuudessaan ja tiedon kulku aikataulusuunnitelmien välillä on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7: Rakennushankkeen aikataulusuunnittelu. (Rakennustietosäätiö RTS 2016)

Aikataulusuunnittelu perustuu tietoihin työsaavutuksista, työmenekeistä, kapasiteeteista ja työryhmien ko'osta. Tarvittavat tiedot pohjautuvat yleensä tavoitearvioon, tiedostoihin ja kokemukseen. Aikataulusuunnittelun on tärkeää kuvata tuotantoa, jotta aikataulujen avulla voidaan havaita poikkeamat tuotannossa. Aikataulujen valvonnan ja poikkeamiin reagoinnin merkitykset korostuvat, sillä työnaikainen ohjaus on jopa tärkeämpää kuin etukäteen tehtävä suunnittelu. Keskeistä ajallisessa suunnittelussa on varmistaa aikataulujen ja suunnitellun tuotannon toteutuminen ohjauksen avulla. Hyvä aikataulu on tuotannon kannalta ohjausta palveleva, tuotokseen sidottu sekä konkreettinen. Lisäksi sen on oltava yksiselitteinen käsitteistöltään, jotta kaikki ymmärtävät sen samalla tavalla. (Rakennustieto Oy 2015)

3.1 Yleisaikataulu

Yleisaikataulu on joka työmaalle laadittava aikataulu, jossa esitetään koko projektin toteutusvaiheen aikataulu alusta loppuun. Yleisaikataulu ohjaa työmaan toimintaa ja toimii rakennuttajalle valvonnan välineenä. Siitä voidaan tehdä kolme erilaista versiota: alustava yleisaikataulu, sopimusyleisaikataulu ja työaikataulu. Työaikataulu on näistä tarkin ja yleisaikatauluista se, jota arjessa kutsutaan yleisaikatauluksi. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017) Rakennusurakan yleiset sopimusehdot 1998 eli YSE 1998 eivät jaa yleisaikataulua kolmeen osaan, kuten Koskenvesa ja Sahlstedt ovat tehneet. YSE 1998 5§ Työaikataulu puhuu työaikataulusta, jonka työmaan johtovelvollisuuksista vastaava urakoitsija laatii yhteistyössä tilaajan sekä muiden urakoitsijoiden kanssa (Rakennustieto Oy 1998). YSE liitetään hyvin usein urakkasopimukseen liitteeksi, joten se ohjaa urakoitsijoiden toimintaa pitkälti. YSE ei silti määrittele työaikataulun sisältöä, muotoa tai valvontaa, mutta tilaajalla voi joskus olla omia vaatimuksia niiden suhteen.

Alustava yleisaikataulu on usein hyvin karkea arvio rakennusvaiheiden kestoista. Se tehdään tarjousvaiheessa ja sitä hyödynnetään aikataulun kireyden arvioinnissa sekä kustannuslaskennassa. Alustava yleisaikataulu sisältää rakennusvaiheiden aloitus- ja lopetusajankohdat, välitavoitteet sekä pakkas- ja pekkaspäivät. Se perustuu yleensä määrälaskennasta saatuihin määriin ja menekkitiedoilla saataviin, T4, työnvaihe aikoihin. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017)

Työaikataulussa on sovitettu yhteen pääurakoitsijan ja muiden urakoitsijoiden aikataulut (Koskenvesa & Sahlstedt 2017). Kun työaikataulu on tehty ja yhdessä hyväksytty, ei sitä voida muuttaa kuin kaikkien osapuolien yhteisellä hyväksynnällä (Rakennustieto Oy 1998). Työaikataulu perustuu alustavaan yleisaikatauluun tai sopimusaikatauluun, mutta siinä tehtävät määritellään tarkemmin. Töiden kestot määritellään, T3, tehollisten työvuoroaikojen avulla. Koska aikataulun tehtävät eivät sisällä häiriöihin kuluvaan aikaan, on se varattava tehtävien välille. Työaikataulusta on tärkeää tehdä mahdollisimman selkeä ja siinä on huomioitava myös esimerkiksi kuivumisajat. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017)

Yleisaikataulusta on tehtävä realistinen. Sen on hyvä tavoitteellinen, mutta myös riskeille ja häiriöille on varattava riittävästi aikaa. Aikataulua tehdessä on arvioitava sen tiukkuutta vertaamalla aikataulua määrälaskennasta saatuihin tietoihin ja esimerkiksi arvioimalla suunniteltujen resurssien määrän realistisuutta. Myös normaalikestoa voidaan käyttää kokonaisrakennusajan kireyden arviointiin. Yleisaikatauluja tehdessä on huomioitava myös häiriöiden vaatima aika. Häiriöitä ovat esimerkiksi materiaalin toimituksen viivästyminen, työntekijäpula, lakot sekä poikkeukselliset sääolot. Riskienarviointi täytyy tehdä ennen yleisaikataulun laatimista tai sen yhteydessä, jotta riskit voidaan oikeasti huomioida aikataulussa. Yleisaikataulussa riskit ja häiriöt on huomioitava töiden kokonaiskestoissa. Korjausrakentamiseen liittyy myös omat erityispiirteensä, haasteensa ja riskinsä, jotka on huomioitava aikatauluja tehdessä. Aikataulua arvioidessa on myös tarkistettava sopimustekniset asiat, kuten onko välitavoitteet yleisaikataulussa samalla tavalla kuin sopimuksessa. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017) Aikataulun realistisuutta arvioidessa on tarkistettava täyttääkö aikataulu hyvän aikataulun tunnuspiirteet. Näiden lisäksi urakoitsijan on varmistettava, että työryhmillä työt ovat jatkuvat sujuvasti eli heillä on seuraava työkohte edellisen valmistumisen jälkeen. Myös tuotannon keskeytyksiä on ehkäistävä vapaiden työkohteiden avulla. (Junnonen 2010) Hyvän aikataulun tunnuspiirteet on esitetty kuvassa 8.

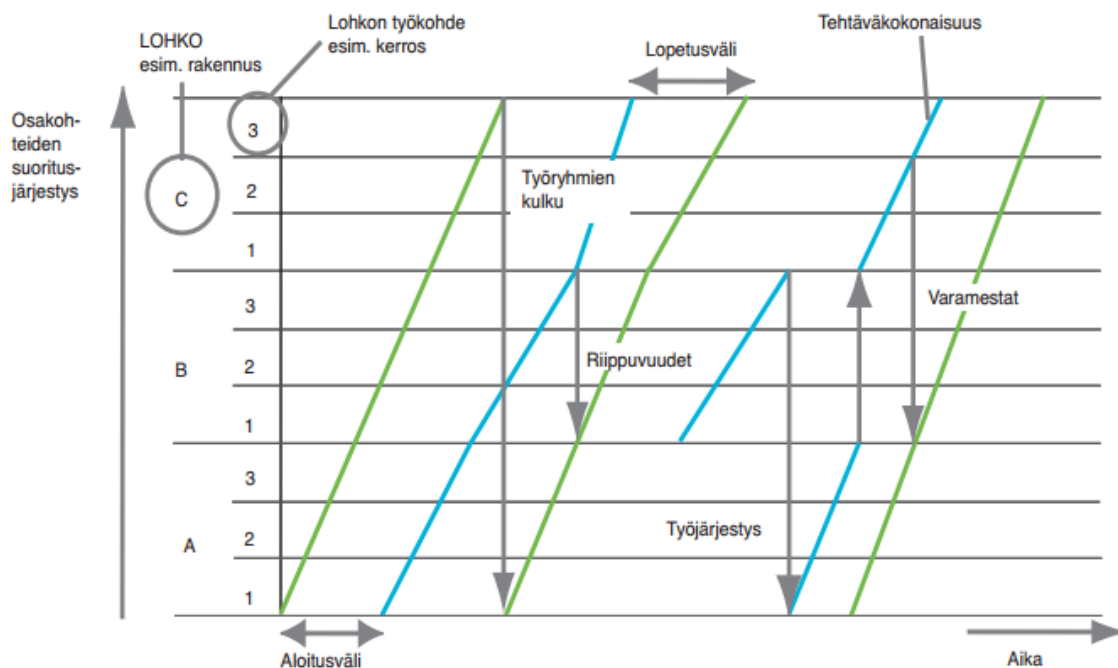
HYVÄN AIKATAULUN TUNNUSPIIRTEET

- Kohde on suunniteltu lohkoittain.
- Kohteen aikatauluna on kriittisten tehtävien osalta paikka-aikakaavio.
- Talotekniset työt on myös mitoitettu ja yhteen sovitettu rakennusteknisiin töihin.
- Tehtävät on tahdistettu ja ryhmitetty.
- Työmenekkien kireys on normaalilla tasolla (RATU).
- Tehtävillä on varatyökohte, ja työkohteessa tehdään vain yhtä työtä kerrallaan.
- Häiriöille on varattu pelivaraa.
- Itselleluovutukselle on varattu aikaa.
- Betonin kuivumisajat on otettu huomioon.
- Urakkaohjelman reunaehdot ja tilaajan asettamat välitavoitteet on viety aikatauluun.
- Aikataululle on tehty riskitarkastelu.

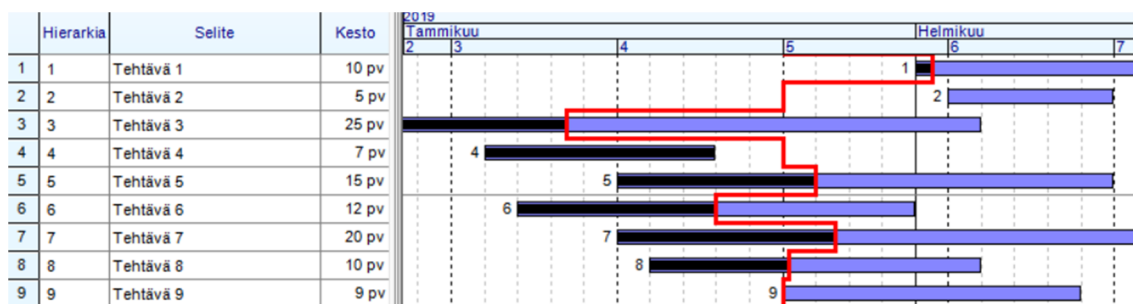
Kuva 8: Hyvän aikataulun tunnuspiirteet. (Junnonen 2010, muokattu)

Yleisaikataulut esitetään yleensä jana-aikatauluina, mutta niitä on hyvä tarkastella myös paikka-aikakaavioina. Paikka-aikakaaviota käyttäessä voidaan ottaa vain päänimikkeet kaavioon, jotta siitä saadaan helposti luettava. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017) Paikka-aikakaavio toimii hyvin jana-aikataulun toteutuskelpoisuuden arviointiin (Talonrakennusteollisuus ry 2014). Jana-aikataulun haasteena on huono ajan ja paikan hahmotus, mikä hankaloittaa sen valvontaa. Jana-aikatauluna tehtyä yleisaikataulua valvotaan yleensä aikatauluun tehdyn seurantaviivan avulla. Seurantaviiva on aikatauluun piirretty

toteutuneiden työmäärien mukaan tehty murtoviiva. Se kuvastaa aikataulussa nykyhetkeä. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017) Työaikataulusta tehtyä paikka-aikakaaviota voidaan myös käyttää aikataulun valvontaan tai aikataulusta voidaan tehdä vinjetti ja hoitaa valvominen sen avulla. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017) Paikka-aikataulun ja vinjetin käytöstä aikataulujen valvonnassa on kerrottu lisää luvussa 3.7 Aikataulujen valvonta ja poikkeamiin reagointi. Paikka-aikakaavio on esitetty kuvassa 9. Jana-aikataulu ja siihen tehty seurantaviiva on esitetty kuvassa 10.



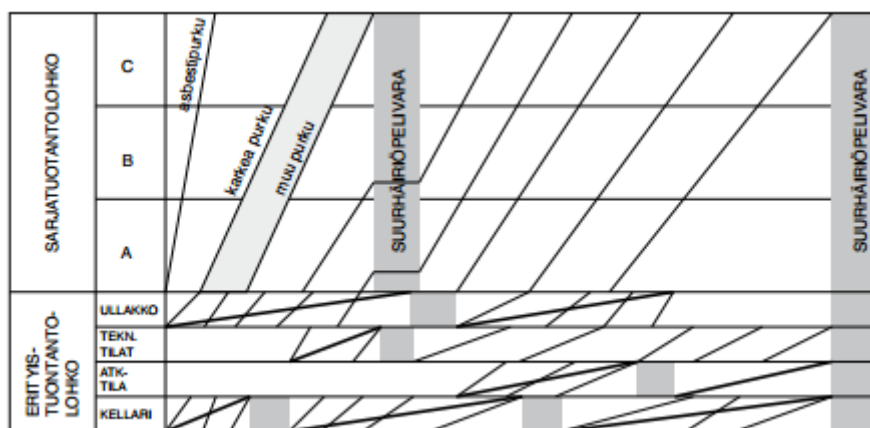
Kuva 9: Paikka-aikakaavio. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017)



Kuva 10: Jana-aikataulu seurantaviivalla.

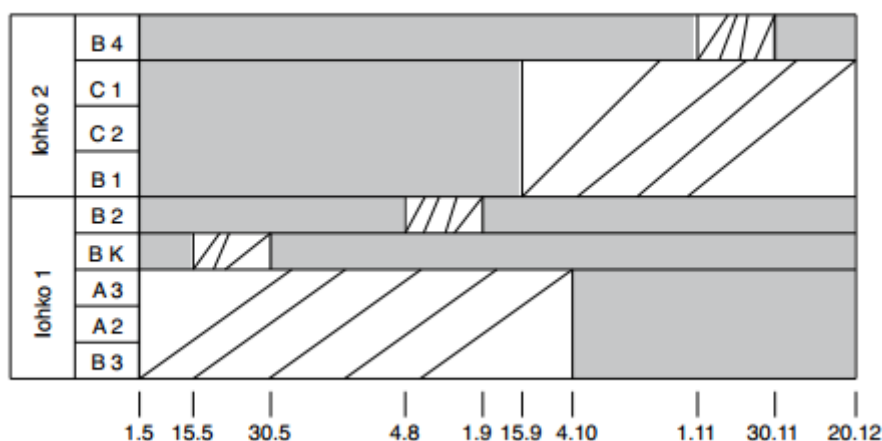
Korjausrakentamisella on omia piirteitä, jotka vaikuttavat aikataulun tekoon. Korjausrakentamiskohteet voidaan jakaa erilaisiin ryhmiin, joita ovat kokonaistilajärjestely, käyt-

täjän ajoittama korjauskohde, toistuva tilakorjaus sekä pieni korjauskohde. Kokonaistilajärjestelyä käytetään, kun kohde ei ole käytössä korjaustöiden aikana, siellä tehdään paljon korjaustöitä sekä kun tehtävien välisiä riippuvuuksia ei tunneta ja tehtävät vaihtelevat osakohteiden välillä. Kohde voidaan aikataulussa jakaa sarjatuotantolohkoihin ja erityistuotantolohkoihin sen mukaan kuinka yhdenmukaisia lohkot ja niissä suoritettavat tehtävät ovat. (Rakennustieto Oy 2012) Kokonaistilajärjestelyn paikka-aikakaavio on esitetty kuvassa 11.



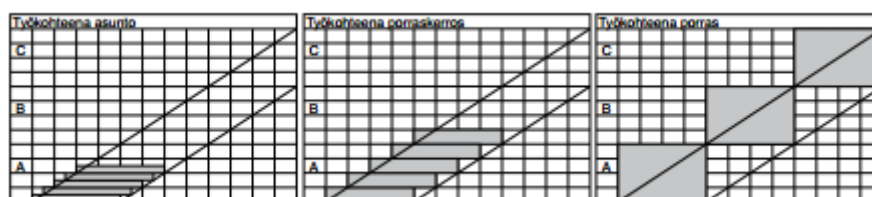
Kuva 11: Kokonaistilajärjestelyn paikka-aikakaavio. (Rakennustieto Oy 2012)

Käyttäjän ajoittamassa korjauskohteessa käyttäjä määrittää, missä osakohteessa töitä tehdään milloinkin, koska kohde on käyttäjän käytössä korjaustöiden aikana. Tärkeä osa aikataulusuunnittelua on häiriöiden minimointi erilaisilla toimenpiteillä. Aikataulu on hyvä laatia paikka-aikakaaviona ja siihen merkitään käyttäjän määräämät osakohteiden töiden aloitus- ja lopetusajankohdat. (Rakennustieto Oy 2012) Käyttäjän ajoittaman korjauskohteen paikka-aikakaavio on esitetty kuvassa 12.



Kuva 12: Käyttäjän ajoittaman korjauskohteen paikka-aikakaavio. (Rakennustieto Oy 2012)

Toistuvassa tilakorjauksessa korjausaste on pienempi. Siinä yhteen työkohteeseen käytettävä aika on lyhyt, mutta työt toistuvat kohteesta toiseen. (Rakennustieto Oy 2012) Toistuvan tilakorjauksen paikka-aikakaavio on esitetty kuvassa 13.



Kuva 13: Toistuvan tilakorjauksen paikka-aikakaavio. (Rakennustieto Oy 2012)

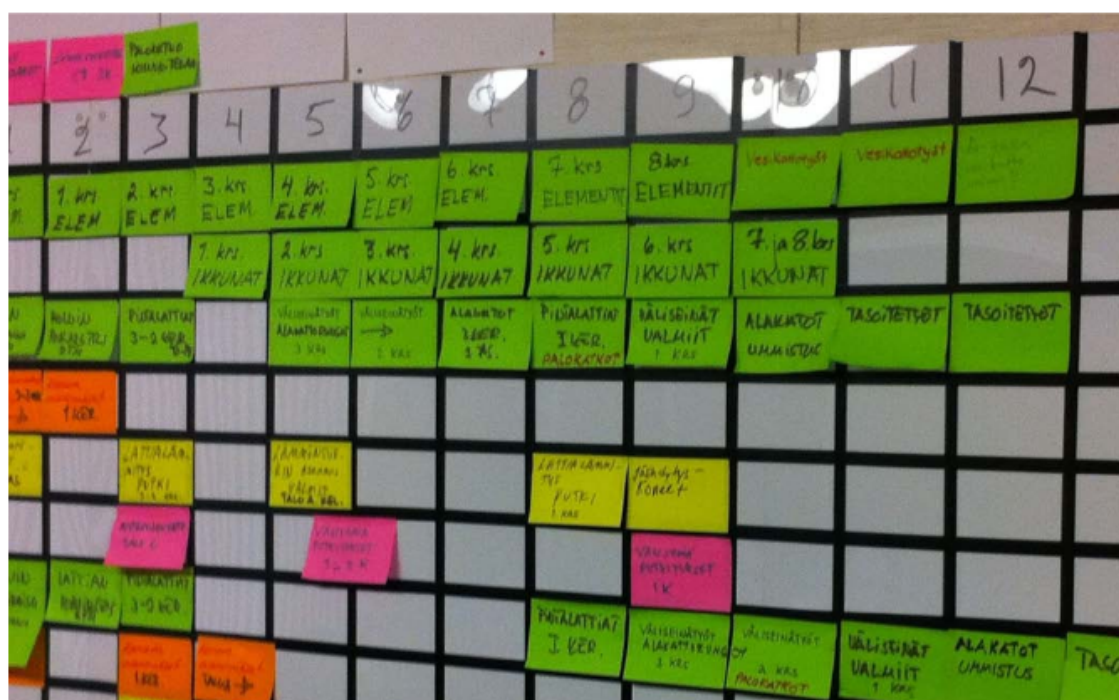
Pienessä korjauskohteessa kyse on esimerkiksi yhden asunnon korjauksesta. Työkohteita on vähän ja töiden kesto on lyhyt. Työt suunnitellaan etenemään tahdistamattomina peräkkäin. Häiriövarat jätetään aikataulun loppuun. (Rakennustieto Oy 2012)

3.2 Rakentamisvaiheaikataulu

Rakentamisvaiheaikataulu perustuu yleisaikatauluun ja on tätä tarkempi aikataulu. Sitä kutsutaan välillä myös nimillä jaksoaikataulu, vaihesuunnitelma tai käännetty vaiheaikataulu. Rakentamisvaiheaikataulu tehdään yksittäisille rakennusvaiheille, esimerkiksi maanrakennusvaiheelle tai sisävalmistusvaiheelle, mutta se voidaan halutessaan tehdä myös 2-6 kuukauden ajanjaksoille. Rakentamisvaiheaikataulu tehdään yleensä jana-aikatauluna tai paikka-aikakaaviona. Vaikka pääurakoitsija tekee rakentamisvaiheaikataulun,

täytyy aikataulua tehdessä ottaa myös muiden urakoitsijoiden aikataulut huomioon. Yhteistyötä tekemällä saadaan aikataulusta toteutuskelpoinen. Aikataulussa käytetään T3-aikoja ja sen tekemiseen on syytä käyttää tarkastettuja menekki- ja määrätietoja sekä mahdollisesti muita tuotantosunnitelmia. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017)

Last Planner menetelmässä korostetaan rakentamisvaihesuunnittelussa yhteistyötä urakoitsijoiden kesken. Pääurakoitsijan lisäksi rakentamisvaiheaikataulua tekemään on otettava rakennusvaihetta koskevat merkittävimmät sivu- ja aliurakoitsijat. Yhdessä tehdessä aikataululle asetetaan yhteiset tavoitteet, joihin jokaisen on helpompi sitoutua. Yhdessä tehdessä on luonnollisesti omat haasteensa, kun osanottajia on paljon. On esimerkiksi tärkeää, että urakoitsijoilla on samanlainen käsitys kohteen lohkojaosta. Käännettyssä vaiheaikataulussa aikataulua lähdetään rakentamaan lopusta kohti alkua imuperiaatteen mukaisesti. Se voidaan tehdä esimerkiksi muistilappuja käyttämällä seinälle. Aidon yhteistyön avulla kaikkien näkemykset tulevat kuulluiksi ja työvaiheiden kestot, suoritusjärjestykset sekä aikapuskurit saadaan realistisiksi. Yhteistyö helpottaa myös toteutuksen aikana, kun osapuolet ovat päässeet tutustumaan enemmän toisiinsa. Lopullinen rakennusvaiheaikataulu tehdään tämän yhdessä luodun aikataulun perusteella. (Koskela et al. 2013)



Kuva 14: Käännetty vaiheaikataulu seinälle laadittuna muistilappujen avulla. (Talonrakennusteollisuus ry 2014)

Käännetyn vaiheaikataulun laatiminen soveltuu niin helppoihin kuin monimutkaisiin hankkeisiin (Talonrakennusteollisuus ry 2014). Kuvassa 14 on esitetty käännetty vaiheaikataulu seinälle muistilappujen avulla laadittuna. Eri urakoitsijoilla on eriväriset muistilaput käytössään.

3.3 Valmisteleva suunnittelu

Aikataulujen hallinnassa tärkeää on aikataulujen realistisuus. Sekä Koskenvesa & Sahlstedt (2017) että Koskela et al. (2013) korostavat realistisuuden tärkeyttä aikataulusuunnittelussa. Last Planner menetelmässä (Koskela et al. 2013) aikataulusuunnitelmien toteutettavuuteen panostetaan valmistelevalla suunnittelulla ja aloitusedellytysten luomisella ja varmistamisella. Näin toteutettavista aikatauluista eli viikkoaikatauluista tulee mahdollisimman realistisia.

Valmistelevan suunnittelun tavoitteena on saada viikkosuunnitelmista toteuttamiskelpoisia. Viikkosuunnitelmiin tulee viedä vain tehtäviä, joiden on todettu olevan toteutettavissa. Valmistelevan suunnittelun avulla pyritään varmistamaan, että tarpeeksi monella yleisaikataulussa esitetyllä tehtävällä on aloitusedellytykset kunnossa ja ne voidaan viedä viikkosuunnitteluun. (Koskela et al. 2013) Valmistelevan suunnittelun yhteydessä on tärkeää valvoa myös hankinta- ja suunnitteluajankäyttöä. Aloitusedellytysten varmistamiseksi näidenkin kannalta valmistelevaa suunnittelua on hyvä tehdä 6-8 viikon aikajännteellä. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017)

Valmistelevassa suunnittelussa varmistetaan, että viikkoaikatauluun otettavat tehtävät ovat oikeasti toteutuskelpoisia. Valmistelevaan suunnitteluun kuuluu tärkeänä osana aloitusedellytysten selvittäminen ja niiden varmentaminen. Siinä on hyvin tärkeää, että aloitusedellytysten tarkastuksessa asiat oikeasti tarkastetaan, eikä vain tehdä tarkastuslistaa ja laiteta siihen rasteja selvittämättä loppuun asti, ovatko aloitusedellytykset kunnossa. Aloitusedellytysten selvittämisestä varten voidaan tehdä erilaisia muistilistoja, tai käyttää tietotekniikkaa apuna, mutta tärkeintä ei ole, mitä apuvälinettä käyttää, vaan että asiat tulee varmistettua juurta jaksen. Vaikka aloitusedellytysten varmistamistavalla ei ole juuri väliä, on hyvä saada siihen systemaattisuutta, eikä luottaa pelkästään yksittäisten henkilöiden taitoihin ja tapoihin, sillä ne eivät ole aina riittäviä. Yksi hyvä tapa pohtia aloitusedellytyksiä on käydä läpi lista kysymyksiä, joiden avulla voidaan arvioida, ovatko aloitusedellytykset todella kunnossa. (Koskela et al. 2013) Aloitusedellytysten tarkastamiseen voidaan käyttää myös esimerkiksi erilaisia visuaalisia työkaluja kuten aloitusedellytysten varmistusmatriiseja (Lean Construction Institute Finland 2015 b). Edellytyksinä rakentamistehtäville voidaan pitää suunnitelmia, materiaaleja, työntekijöitä, kalustoa, vapaata työkohtetta, edeltäviä työvaiheita sekä olosuhteita (Koskenvesa & Sahlstedt 2017). Aloitusedellytysten varmistamiseen sopivasta lomakepohjasta on esimerkki kuvassa 15. Seinälle tehtävästä aloitusedellytysmatriisista on esimerkki kuvassa 16.

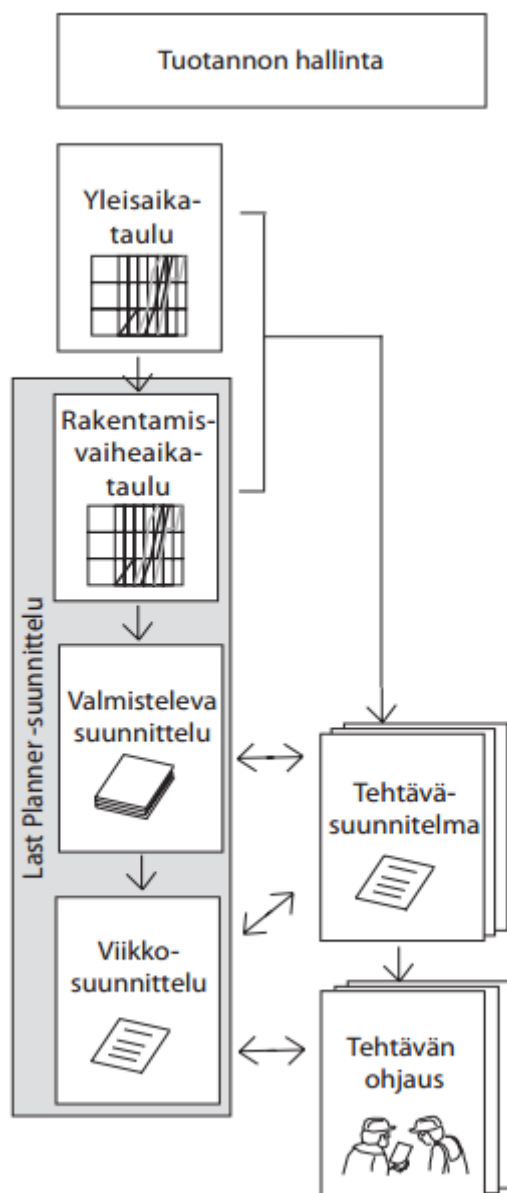
	osakohde	määrä	kesto	suunnitelmat	materiaalit, elementit ja tarvikkeet	työntekijät	kalusto	mesta	edellyttävät työvälineet	olosuhteet
tehtävä 1										
tehtävä 2										
tehtävä 3										
tehtävä 4										
tehtävä 5										
tehtävä 6										

Kuva 15: Aloitusedellytysten varmistamiseen sopiva lomakepohja. (Talonrakennusteollisuus ry 2014)

ALOITUSEDELLYTYKSET									
	SUUNNITELMAT	KALUSTO	RESURSSIT	MATERIAALIT JA OLOSUHT.	TYÖTURV.	YMPÄRISTÖ JA TEHOKUUS	MAKSET	TELLINNEET	MESTA
PURKUTYÖ	1/14	1/14	1/14	1/14	X	X	X	X	OK
TIMANTTITYÖ	4/14	5/14	4/14	5/14	5/14	5/14	X	X	OK
VILLAPURKU vko 7 IV-koneh.	5	5/14	5	5	2/14	2/14	7	X	OK
MAALAUUS vko 8 IV-koneh.	5	5	5	5	7	3	X	X	OK
EPOKSI vko 9-10 IV-koneh.	8/14	5	5	5	9	9	X	X	OK
SIPOREX vko 12-16	5	8	8	5	11	11	X	X	MITAT 11
GYPROC SEINÄT vko 14-17	5	12	5	5	12	12	X	X	MITAT 12
LAATOTUS vko 18-24	5	12	18	5	18	17	X	X	19
MV-LATTIA vko 12-14	5	11	5	5	12	12	X	X	11
JÄTEKULU vko 15	5	12	5	5	15	15	X	X	12
ETURUUS	12	12	10	12	14	14	X	X	14

Kuva 16: Aloitusedellytysmatriisi seinälle laadittuna. (Talonrakennusteollisuus ry 2015)

Tehtäväsuunnittelu on eräänlaista valmistelevaa suunnittelua. Siinä suunnitteluun valitaan usein tehtävä, johon liittyy esimerkiksi ajallisia, taloudellisia tai laadullisia riskejä. Tehtävä voi olla esimerkiksi jokin tahdistava työvaihe. Tehtäväsuunnittelussa määritellään tehtävän kesto ja siihen liittyvät riskit. Myös tehtäväsuunnittelussa on huomioitava työmaan tilanne ja mietittävä mitä työmaalta vaaditaan ennen tehtävän aloitusta ja sen aikana. Aloitusedellytysten tarkasteluun kuuluvat aihealueet ovat suunnitelmien ja sopimusten, työturvallisuuden, työkohteen valmiuden sekä tarvittavien resurssien varmistaminen. Tehtävän ajallisen ohjauksen lisäksi tehtäväsuunnitteluun kuuluu myös kustannusten ja laadun tarkastelu tehtävän osalta. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017) Tehtäväsuunnittelu voidaan myös osoittaa sopimuksin aliurakoitsijan tehtäväksi aikataulun ja laadunvarmistuksen osalta (Rakennustieto Oy 2010).



Kuva 17: Tehtäväsuunnitelman sijoittuminen suhteessa muuhun aikataulujen hallintaan sekä Last Planner menetelmän sijoittuminen suhteessa muuhun suunnitteluun. (Rakennustieto Oy 2010)

Merkittävimpana erona Last Planner menetelmän valmistelevaan suunnitteluun tehtäväsuunnittelussa valmistellaan valikoiden merkittävimmiksi koetut työmaan tehtävistä eikä kaikkia töitä. Tehtäväsuunnittelussa varmistetut aloitusedellytykset toimivat hyvin lähtötietoina viikkosuunnittelua varten, joten se toimii Last Planner menetelmän valmistelevan suunnittelun osana (Rakennustieto Oy 2010). Last Planner menetelmän valmisteleva suunnittelu ja tehtäväsuunnittelu tukevat hyvin toisiaan. Last Planner menetelmässä kaikki tehtävät valmistellaan, niitä tarkastellaan viikko kerrallaan ja niille luodaan edellytykset ennen toteuttamista. Valmistelevan suunnittelun tarkoituksena on pyrkiä enna-

koivaan johtamiseen, sekä luoda suunnitelmia, joita oikeasti käytetään töiden ohjaamisessa. (Koskela et al. 2013) Tehtäväsuunnitelman sijoittuminen muuhun aikataulusuunnitteluun ja Last Planner menetelmään nähden on esitetty kuvassa 17.

3.4 Viikkoaikataulu

Viikkoaikataulu on työmaan aikatauluista tarkin. Siinä esitettävä ajanjakso on yhdestä kolmeen viikkoon. Tärkeimpänä ja tarkimpana aikataulussa on meneillä oleva viikko. Viikkoaikataulun teossa on huomioitava työmaan tilanne sekä epätarkempien aikataulujen osoittamat, tehtäväksi suunnitellut työvaiheet. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017) Last Planner menetelmässä viikkoaikataulu on huomion keskipisteenä (Koskela et al. 2013). Perinteiseen tuotannonohjaukseen erona Last Planner menetelmän viikkosuunnitelmat ovat huomattavasti itsenäisempiä, eivätkä ylemmän tason suunnitelmat määrää viikkosuunnitelmien sisältöä yhtä vahvasti (Koskela et al. 2013). Viikkoaikataulut esitetään yleensä jana-aikatauluina. Tehtävät on määriteltävä tarkasti ja työkohteittain. Niiden kestot on hyvä ilmoittaa 2-4 tunnin tarkkuudella ja ajankohdat 4-8 tunnin tarkkuudella. Lisäksi viikkoaikatauluun on merkittävä tarvittavat resurssit sekä määrä- tai työsaavutustavoite. (Rakennustieto Oy 2015)

Viikkoaikataulu voidaan laatia myös lukujärjestyksenä. Lukujärjestys auttaa hahmottamaan viikon työt helposti. Se auttaa tavoitteiden itselle selkiyttämisenä sekä muille niiden muille viestinnässä. Lukujärjestykseen merkitään mitä tehdään, missä ja kuka tekee. Lukujärjestyksen tarkkuus voi vaihdella päivästä tuntitasolle. (Talonrakennusteollisuus ry 2014) Esimerkki lukujärjestyksestä on esitetty kuvassa 18.

TYÖMAA: *Lausunius*

LUKUJÄRJESTYS

VKO 23

	MA 4.6.	TI 5.6.	KE 6.6.	TO 7.6.	PE 8.6.
7.00 - 9.00	tehtävät, lohko A	ikkuna-asennus, lohko A	tehtävät, lohko B	ikkuna-asennus, lohko B	tehtävät, lohko C
9.15 - 11.00			ikkunat klo 10.00 → suojaus!	valmistele urakoitsijapalaveri → tee luvut.	
11.30 - 13.30	varaa nosturi, lohko B varmistaa ikkunat, lohko B	ikkunoiden varastopuikan valmistelu	varaa nosturi, lohko C varmistaa ikkunat, lohko C		URAKOITSIJAPALAVERI
13.45 - 15.30					

MUUTA: URAKOITSIJAKOKOUS: lohko E asennusjärjestys → kysy, sovi varastointi, lohko E**Kuva 18:** Lukujärjestys. (Talonrakennusteollisuus ry 2014)

Normaalisti viikkoaikataulun laatii jokainen työnjohtaja vastuualueestaan itse, minkä jälkeen vastaava työnjohtaja kokoaa aikataulut yhteen (Koskenvesa & Sahlstedt 2017). Kuten rakennusvaihesuunnittelussa, myös viikkoaikatauluissa korostetaan yhteistyön merkitystä. Viikkoaikataulua valmistellessa on tehtävä yhteistyötä aliurakoitsijoiden kanssa sekä kuunnella eri työryhmien mielipiteitä tehtävien kestoista. Viikkoaikataulu on hyvä käydä läpi kaikkien työnjohtajien sekä mielellään aliurakoitsijoiden edustajien kanssa yhteisessä palaverissa. Yhteisen palaverin avulla saadaan varmistettua aikataulun realistiisuus sekä sitoutettua osapuolet sen toteuttamiseen. Sitoutumisessa on tärkeää, että osapuolilla on yhteiset tavoitteet. Aliurakoitsijoiden osalta tämä voi tarkoittaa, että kaikilla on urakkasopimus, sillä mikäli yksi aliurakoitsija tekee tuntityösopimuksella töitä, voi hänen osaltaan tavoitteet olla erilaiset suoritusten suhteen. (Koskela et al. 2013)

Riippuen työmaasta ja kuinka pitkälle Last Planner menetelmä halutaan viedä, voidaan aliurakoitsijoiden työt myös käsitellä samalla tavalla kuin omat työt. Aliurakoitsijat voidaan velvoittaa Last Planner menetelmään sopimusten avulla, mutta tällöin heitä on myös opastettava toiminnassa. Joissain projekteissa Last Planner menetelmä voidaan viedä niinkin pitkälle, että aikataulujen hallinta eriytetään eri henkilölle kustannusten ja sopimusten hallinnasta. (Koskela et al. 2013)

Jotta tuotanto voi onnistua suunnitelmien mukaisesti, täytyy tehtävien läpiviennin vaatimat edellytykset olla kunnossa (Rakennustieto Oy 2015). Last Planner menetelmässä viikkosuunnitteluun otetaan vain tehtäviä, joiden aloitusedellytykset ovat kunnossa. Aina aloitusedellytyksiä ei voida varmistaa valmisteleavassa suunnittelussa, vaan edellytysten varmistaminen jää osittain viikkosuunnittelun yhteyteen. Esimerkiksi työkohteen kunto voidaan varmistaa vasta edellisen työvaiheen päätyttyä. Myös sääolosuhteita ei voida tietää varmaksi etukäteen. Kun on todettu, että tehtävän aloitusedellytys on kunnossa tai se tulee olemaan, voidaan tehtävän toteutukselle määrittää tarkka ajankohta viikkosuunnittelussa. Valmisteleavan suunnittelun avulla viikkosuunnittelu ja tuotannonohjaus viikkotasolla on ennustettavampaa ja vähemmän ongelmanratkaisusta seuraavaan siirtymistä. (Koskela et al. 2013) Tehtävien ottaminen toteutukseen vain, kun aloitusedellytykset ovat kunnossa, luo painetta tehtävien aloitusedellytysten varmistamiselle valmisteleavan suunnittelun aikana, sillä tehtävät halutaan saada alkamaan suunniteltujen aikataulujen mukaisesti. Tämä vähentää häiriöitä tehtävien suorittamisen aikana. (Koskela & Koskenvesa 2003)

Viikkoaikatauluista on valvottava niiden toteutumista. Toteutumista voidaan valvoa tehtävien toteutumisprosentin eli TTP:n avulla. Siinä lasketaan viikkosuunnitelman täysin valmiiksi saatujen töiden suhde suunniteltuihin tehtäviin. Alle 60 % tulosta pidetään huonon tuotannonohjauksen suunnittelun merkinä, yli 80 % hyvänä ja yli 85 % erinomaisena suorituksena tavanomaisen rakennustyömaan tuotannonohjauksessa. Toteutumisen valvomisen ideana on seurata, kuinka työmaa kehittyy toteuttamiskelpoisten viikkosuunnitelmien teossa. Se myös motivoi tehtävien toteuttamisessa ja antaa viikkosuunnittelulle merkityksen. Ilman valvontaa ei suunnitelman mukaisten tehtävien toteuttamisella ole yhtä konkreettista merkitystä sitoutumisen kannalta. Valvomisen avulla nähdään myös, mitkä tehtävät tulevat tehdyksi, eli mitkä alueet ovat valmiita seuraavalle työvaiheelle. On muistettava, että kaikkea ei voi aina suunnitella etukäteen, vaan viikkoaikatauluun voidaan joutua lisäämään tehtäviä tai muuttamaan niitä, mikäli aloitusedellytykset eivät ole kunnossa. Mikäli suunnitelmaan lisättyjä tai muutettuja tehtäviä valvotaan erikseen, mahdollistaa se valmisteleavan suunnittelun parantamista. Viikkoaikataulun toteutumisen valvonnan avulla halutaan parantaa toteutumisprosenttia seuraamalla sen kehitystä. Hyvä käytäntö on pitää prosenttien seurantakäyrää näkyvällä paikalla työmaalla. On tärkeää huomata, että tehtävien toteutumisprosentti toimii vain työmaan kehityksen arviointiin, eikä sitä voida sellaisenaan käyttää eri työmaiden ja niiden henkilöstön vertailuun tai arviointiin. (Koskela et al. 2013)

Jatkuvan kehityksen periaatteen mukaisesti on tärkeää selvittää syyt viikkosuunnittelussa olleen tehtävän toteutumatta jäämiselle. Ongelmia ei voida poistaa, jollei tiedetä mistä ne johtuvat. On tärkeää analysoida ongelmien syyt kunnolla. Tiedetään helposti, että tehtävän toteutumatta jääminen johtui materiaalin puutteesta, mutta tulevaisuudessa saman ongelman ehkäisyä varten on syytä ymmärrettävä syvällisemmin. Yksi keino tähän

on käyttää Lean työkalua 5xWhy eli kysyä viisi kertaa ”miksi?” jokin asia tapahtui ja miettiä syitä ongelman syihin. (Koskela et al. 2013)

Kun tuotannon kohtaamista ongelmista pidetään tilastoa ja niiden syyt selvitetään, on helpompi puuttua tuotannon haasteisiin. Tilasto antaa hyvää tietoa, johon voi viitata, mikäli huomataan jonkun osapuolen vaikuttavan tehtävien toteutumiseen negatiivisesti. Tarkoituksena on saada yhteistyön avulla TTP-luku kohoamaan. Työmaan täytyy ottaa jatkuva kehittyminen osaksi arkea ja kiinnittää huomiota asioihin, jotka tuottavat haasteita. (Koskela et al. 2013)

3.5 Hankinta-aikataulu

Työmaan sujuvaan toimintaan liittyy oleellisesti myös materiaalien ja aliurakoitsijoiden saatavuus oikeaan aikaan. Työmaa tarvitsee rakennusmateriaaleja sekä tekijöitä päästäkseen eteenpäin töissään. Näiden hankkimisen hallintaa varten tehdään hankinta-aikataulu.

Hankinta-aikataulu sidotaan työaikatauluun, sillä hankintojen on oltava työmaalla työaikataulun osoittamaan aikaan. Eli ensimmäiseksi määritellään, milloin hankinnan toimitusajankohta on, sitten kuinka paljon aikaa on varattava toimitukseen, eli milloin tilausajankohdan on oltava. Tilausta ennen tapahtuvat mahdolliset neuvottelut sekä päätös. Myös tarjousten jättämiselle ja vertailulle on varattava riittävästi aikaa. Näiden perusteella määräytyy tarjouspyynnön ajankohta. Lisäksi on varmistettava, että hankinnan tarvitsemat suunnitelmat pyydetään ajoissa sekä varattava tarpeeksi aikaa markkinatilanteesta ja hankinnan kriittisyydestä johtuville pelivarjoille. Hankinta-aikataulu toimii yhtenä suunnitteluaikataulun lähtötiedoista. Se toimii osaltaan myös lähtötietona työaikataululle, joten aikataulut on syytä valmistella samaan aikaan. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017)

Hankinta-aikataulua kannattaa valvoa merkitsemällä siihen suoritettut toiminnot ja niiden aikataulun pitävyys. Värien käyttö on tässä suositeltavaa. Valvonnassa on syytä huomioida työmaan muiden aikataulujen tilanne, mutta myös toisinpäin, eli huomioida muissa aikatauluissa hankinta-aikataulussa tapahtuneet poikkeukset. Hankinta-aikataulua on tarkennettava hankkeen edetessä. Esimerkiksi toimitusajankohdat tarkentuvat, kun työvaiheita suunnitellaan tarkemmin. Myös aliurakoitsijoiden hankintoja on syytä valvoa. Suunnitelmamuutokset vaikuttavat usein hankinta-aikatauluun, joten aina, kun suunnitelmamuutoksia ilmenee, on tarkistettava, mihin kaikkiin hankintoihin ne vaikuttavat. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017)

3.6 Suunnitelma-aikataulu

Suunnitelma-aikataulu on suunnittelun johtamisen työkalu. Se esitetään joko luettelomaisena listana tai kalenteripohjaan sidotussa aikataulumuodossa. Siinä esitetään mistä suunnittelun sisällöstä tarvitaan suunnitelmat ja milloin ne tarvitaan. Usein siihen lisätään

myös päivämäärä, milloin pyydetty suunnitelma on saatu työmaan käyttöön. Suunnitelma-aikataulussa on osoitettava miltä suunnittelualalta suunnitelmaa tarvitaan. Lisäksi voidaan merkitä tilaajalta tai muulta taholta tarvittavien suunnittelun lähtötietojen tarpeelle ajankohta. Suunnitelmatarve perustuu yleensä hankkeen toteuttamista varten tarvittavien tietojen tarpeeseen. Sekä yleisaikataulun että suunnittelu-aikataulun on oltava toimivia, jotta suunnitelma-aikataulusta saadaan myös toimiva. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017) Esimerkki piirustusluetteloon tehdystä suunnitelma-aikataulusta on esitetty kuvassa 19.

				AIKATAULU	TOTEUMA
Ulkoseinät					
	C-100	Julkisivuelementit etelään	1:100	} VKO 5/2010	
	C-101	Julkisivuelementit länteen	1:100		
	C-102	Julkisivuelementit itään	1:100		
	C-103	Julkisivuelementit pohjoiseen	1:100		
Ikkunat					
	C-100	Lasijulkisivukaaviot	1:200	} VKO 5/2010	
	C-101	Lasijulkisivut, nurkkadetailit	1:10		
	C-102	Lasijulkisivut, detailit	1:40, 1:20, 1:10	} VKO 4/2011	
	C-103	Puualumiini-ikkunakaavio	1:50		
	C-104	Puualumiini-ikkunat, sovitukset, periaate	1:20	} VKO 5/2011	
	C-105	Metalli-ikkunakaavio	1:50		
Ulkio-ovet					
	C-100	Metalliumpiivet, ulko-ovet	1:50	} VKO 8/2011	
	C-101	Metallilasiovet, ulko-ovet	1:50		
	C-102	Al-rakenteiset lasiovet	1:50		

Kuva 19: Suunnitelma-aikataulu. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017)

Suunnitelmatarpeet on osattava tiedostaa ajoissa, jotta suunnittelulle jää tarpeeksi aikaa. Suunnitelman valmistumisen jälkeen pitää jäädä vielä aikaa tarvittaville hankinnoille ennen toteutusta. Hankinnan sopimusmuodosta riippuen suunnitelman on oltava valmis ennen tarjouskyselyn tekoa, sopimuksen laatimista tai suunnitelmaa voidaan muuttaa vielä toteutusvaiheessa. Urakoitsijalle on jätettävä aikaa myös suunnitelman kommentointia sekä mahdollisesti työmaasuunnitelmien päivitystä varten. Urakkamuodosta riippuen hankinnat täytyy lisäksi hyväksyttää tilaajalla, mihin tarvitsee varata oma aikansa. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017) Myöhäisessä vaiheessa havaitut suunnitelmapuutteet voivat luonnollisesti aiheuttaa viivästystä työmaan aikatauluihin.

Suunnitelma-aikataulua täydennetään hankkeen edetessä uusien suunnitelmatarpeiden ilmetessä. Suunnitelma-aikataulun ohjaamista ja valvontaa käsitellään usein työmaa- ja suunnittelukokouksissa. Lisäksi projektista riippuen voi olla muitakin kokouksia tai tilaisuuksia, joissa suunnitelma-aikataulua käsitellään, kuten palavereja käyttäjien kanssa. Suunnitelma-aikataulun ohjaamisessa on tärkeää, että kaikki toimivat yhteisten käytäntöjen mukaan sekä pitävät lupauksensa. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017)

3.7 Aikataulujen valvonta ja poikkeamiin reagointi

Vaikka aikataulujen valvontaa on käsitelty aikataulujen yhteydessä, on tähän lukuun kerätty vielä muutamia yleisiä aikataulujen valvontaan liittyviä asioita. Aikataulujen valvontaa halutaan korostaa, sillä aikataulu jää melko hyödyttömäksi, mikäli se jätetään työpöydän laatikkoon laatimisen jälkeen eikä sitä hyödynnetä työmaan ohjaamisessa. Aikataulusuunnitelman toteutumisessa havaittuihin poikkeamiin täytyy myös reagoida.

Rakentamiseen kuuluu epätasainen tuotanto, johon erilaiset häiriöt vaikuttavat. Häiriöiden vaikutuksen minimoimiseksi tuotantoa on ohjattava eri tavoilla. Vaikka häiriöt eivät estäisi työn aloitusta, vähentävät ne tuottavuutta sekä lisäävät työn kestoa ja hukkaa. Tuotannon ohjauksella pyritään luomaan edellytyksiä tuleville tehtäville sekä ennaltaehkäistä tuotannon poikkeamia suunnitellusta. Tuotannon ohjaamista varten on tiedettävä työmaan tilanne sekä osattava verrata sitä suunniteltuun. Aikataulujen valvonta auttaa näkemään näiden suhteen. Tuotannon ohjaus koostuu yksittäisten töiden ohjaamisesta, mutta myös kokonaisuuden hallinnasta. Aikataulujen tarkastelu yleisellä tasolla on syytä tehdä vähintään viikoittain. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017)

Visuaaliset valvontavälineet ja läpinäkyvä tuotannon ohjaus auttavat kaikkia näkemään työmaan tilanteen. Kun valvonta tehdään läpinäkyvästi ja tilanne pidetään kaikkien urakoitsijoiden näkyvillä, lisää se sopivasti painetta kaikille pysyä aikataulussa. Aikataulun valvontavälineistä vinjetti sopii hyvin kaikkien näkyvillä pidettäväksi. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017) Aikataulu ja sen toteuma voidaan laittaa näkyviin myös muilla keinoin. Tärkeintä on, että tavoitteet ja toteuma on esitetty selkeästi. (Talonrakennusteollisuus ry 2015) Eräs keino aikataulun ja sen toteutumisen näkyvillä pitämiseen on esitetty kuvassa 20.



Kuva 20: Aikataulu ja sen toteuma seinälle näkyviin laadittuna. (Talonrakennusteollisuus ry 2015)

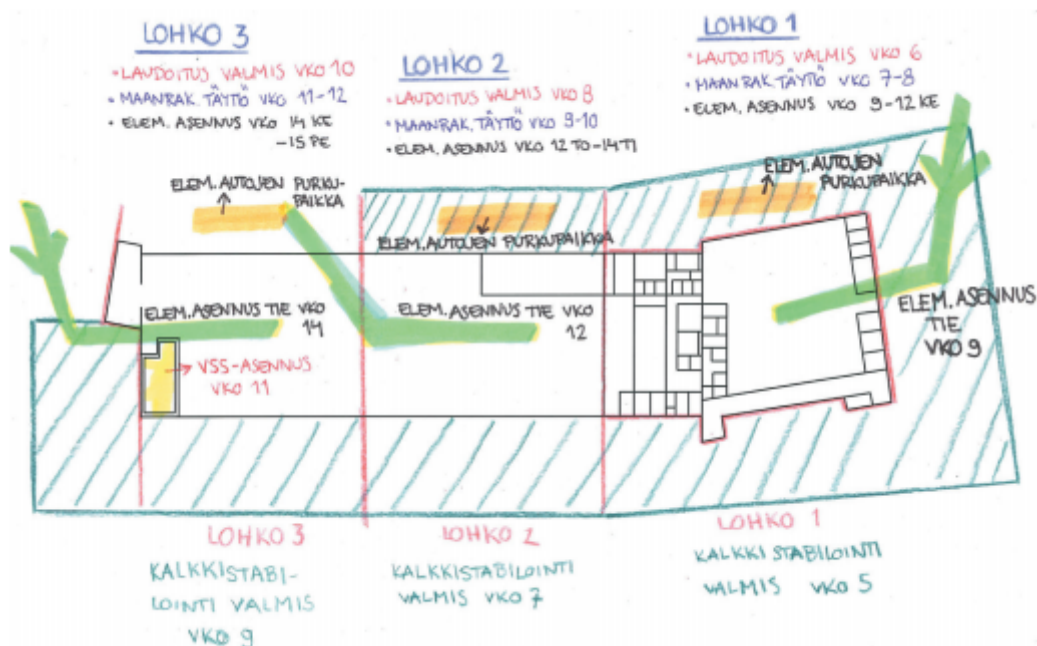
Paikka-aikakaavio ja vinjetit ovat valvontaan suositeltavia tekniikoita, joita tarvitaan lähes joka rakennuskohteessa. Paikka-aikakaaviolla voidaan valvoa tuotannon edistymistä osakohteittain. Siitä nähdään toteutumisen ajalliset ja määrälliset erot suunniteltuun nähden sekä työkohteittain missä tuotantoa on tehty. Sen avulla voidaan osoittaa, ovatko työkohteet valmistuneet ajallaan ja suunnitellussa järjestyksessä, onko tuotanto hajonnut useaan osakohteeseen sekä milloin työ valmistuu, jos toteutunut työsaavutus jatkuu samanaikaisena. Lisäksi paikka-aikakaavion avulla voidaan tehdä kiinniottosuunnitelma, jonka avulla tuotanto voidaan palauttaa suunnitellun kaltaiseksi. (Junnonen 2010)

Vinjetin avulla valvotaan osakohteiden sitoutumista ja vapautumista tehtäville. Siihen merkitään tehtävän suunniteltu aloitus- ja lopetusajankohta sekä toteutunut valmistumisajankohta. Lisäksi käytetään erilaisia korostuskeinoja työvaiheiden etenemisen ilmaisemiseksi. Vinjetin ruutuja värjätään vihreällä, keltaisella ja punaisella sen mukaan, onko työt saatu valmiiksi, ovatko ne kesken tai ovatko ne kesken ja myöhässä. Lisäksi vinjettiin merkitään, mikäli töiden olisi osakohteessa pitänyt jo alkaa, mutta näin ei ole tapahtunut. Vinjetit on päivitettävä vähintään kerran viikossa työmaan tilanteen perusteella. Havaittuihin töiden aloitusten viiveisiin on puututtava heti, mutta myös myöhässä eteneviin tehtäviin on kohdistettava ohjaustoimenpiteitä. Vinjetin avulla ei voida tehdä kiinniottosuunnitelmia eikä siitä nähdä tuotantonopeutta, mihin tarvitaan paikka-aikakaaviota, mutta

muuten se soveltuu yksinäänkin aikataulutilanteen havainnolliseen selvittämiseen. (Junnonen 2010) Vinjeteistä voidaan tehdä erilaisia versioita. Kaksi erilaista vinjettiä on esitetty kuvissa 21 ja 22.

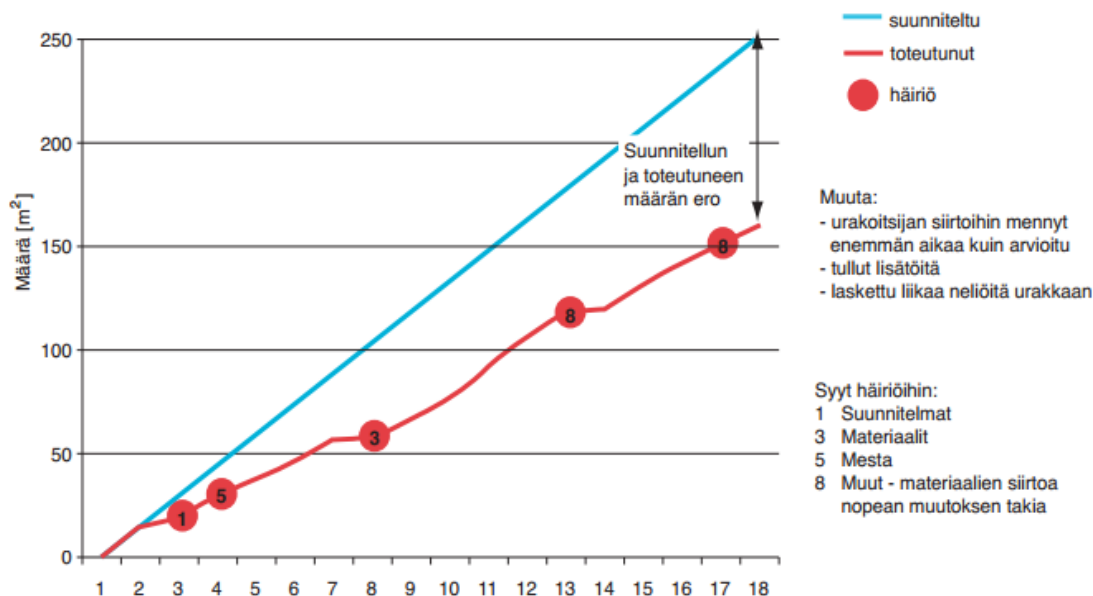
VALVONTAVINJETTI vko 35											
Esimerkkikohde, työ 12345											
MERKINNÄT:		X/X	X	Työtä ei aloitettu (aloitusviikko/lopetusviikko/ valmistusviikko)							
		.	.	Työvaihe on käynnissä							
		.	.	Työvaihe on käynnissä mutta myöhässä							
		.	.	Työvaihe on valmis							
		.	.	Työvaihetta ei ole ko. mestalla							
		X/X	X	Työtä ei aloitettu, myöhässä							
LOHKO	KRS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	4	15/18 18	22/24 24	33/34 29	34/35 35	37/39	39/41	31/32	37/38	31/33	42/44
	3	12/15 16	20/22 23	31/32 27	32/33 33	35/37	36/38	29/30	35/36	29/31	40/42
	2	9/12 13	15/17 18	25/26 25	26/31 25	33/35	33/36	27/28 31	33/34	27/29	38/40
	1	TOT 13	12/13 13	22/24 28	24/25 26	31/33	31/33	25/26 30	31/32 34	25/27	36/38
	P	TOT		11/12 12			30/31	15/18 18	29/31	23/25	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Runkoelementit	Pintabetonilattiat	Väliseinien kiinteät otsat	Jäähdytysrungot	IV-runko-/haara-asennus	Väliseinämuuraus	Sprinklerirungot	Lämpöjohdot	Levyväliseinät	Kaapelihyllyt
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		jne.									

Kuva 21: Valvontavinjetti. (Junnonen 2010)



Kuva 22: Pohjakuvaan laadittu vinjetti. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017)

Koko kohteen valmiusaste nähdään valmiusastearvioinnin avulla. Arvioinnissa kohteelle annetaan prosenttimäärä sen valmiusasteen perusteella. Arviointi tehdään työkohteittain ja tehtävittäin arvioimalla niiden valmiutta asteikolla 0 %, 25 %, 50 %, 75 % tai 100 %. Pienissä kohteissa voidaan käyttää 0 %, 50 % tai 100 % asteikkoa. Valmiusastearvioinnista tulee tällä menetelmällä riittävän tarkka, vaikka tehtävien osakohteiden prosentit arvioidaan edellä mainituilla asteikoilla. Yksittäisen tehtävän edistymistä voidaan valvoa tuotantoaikakaavion avulla, josta nähdään suunnittelun ja toteutuneen tuotannon ajallinen ja määrällinen ero sekä tilanteen muutokset. (Junnonen 2010) Tuotantoaikakaavio on esitetty kuvassa 23.



Kuva 23: Yhden tehtävän tuotantoaikakaavio ja tehtävään vaikuttavia häiriöitä. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017)

Mikäli aikataulussa pysymisessä havaitaan poikkeamia, on niihin reagoitava mahdollisimman pian. Poikkeamista on ensimmäiseksi selvitettävä niiden syyt, minkä jälkeen voidaan ryhtyä ohjaustoimenpiteisiin. Tuotantoon voidaan vaikuttaa muuttamalla resursseja, työmenetelmää tai tehtävän sisältöä, tehostamalla työnjärjestelyä, korjaamalla tehtävän mitoitusta tai tarkentamalla toimitusten valvontaa. Lisäksi tuotannon ohjaukseen kuuluu ennakoiva ohjaus, johon kuuluu erilaiset riskiarvioinnit ja niiden perusteella tehtävät toimenpiteet minimoiden riskejä tai niiden toteutumisen seurauksia. (Junnonen 2010)

3.8 Muita työmaan aikatauluihin vaikuttavia asioita

Korjausrakentamisella on omia piirteitä, jotka on huomioitava aikataulujen hallinnassa. Korjausrakentamiseen kuuluu purku-, tuenta- ja vahvistustyöt. Usein tarvitaan myös tilapäisiä rakenteita ja asennuksia. Vanhat rakennukset vaativat enemmän käsityötä kuin uudiskohteet. Työkohteet ovat myös usein ahtaita. Vanhojen rakenteita tai niiden kuntoa ei aina tunneta, minkä lisäksi korjausaste voi vaihdella kohteen sisällä. Rakennus voi olla käytössä korjaustöiden aikana tai tilakohtainen rakennusaika voi olla lyhyt. Lisäksi käyttäjien tarpeet ja muutokset on huomioitava. (Rakennustieto Oy 2012)

Korjauskohteissa tulee enemmän yllätyksiä kuin uudisrakentamisessa, sillä vanhoja rakenteita ei aina tunneta täysin. Tämä vaatii enemmän suunnittelutyötä toteutusvaiheen aikana, joten kokeneempien suunnittelijoiden resursseja täytyy varata myös työnaikaiseen suunnittelutyöhön. Yllätyksille ja suunnitelmamuutoksille on varattava riittävästi aikaa hankkeen aikatauluja laatiessa. Muutostöillä ei usein ole aikatauluvaikutusta, mutta

se on silti arvioitava. Lisätöiden vaikutus aikatauluun on aina tarkistettava, sillä lisätyöt eivät urakkasopimuksen mukaan kuulu alun perin urakoitsijan suoritusvelvollisuuksiin. (Rakennustieto Oy 2012) Lisä- ja muutostöistä täytyy sopia kirjallisesti ennen niiden toteuttamisen aloittamista. Vain pienet ja kiireelliset muutostyöt voidaan toteuttaa ennen kirjallista sopimusta. (Rakennustieto Oy 1998) Lisä- ja muutostöistä kirjallisen sopimuksen tekeminen voi kestää pidempään kuin aikataulu antaa myöten, mikä aiheuttaa usein hankaluuksia.

Rakennusurakka on nykyään usein pilkottu pieniin kokonaisuuksiin ja aliurakoitsijoiden käyttö on yleistä (Merikallio & Haapasalo 2009). Rakennushankkeessa ei riitä, että hallitsee omat aikataulunsa, vaan myös aliurakoitsijoiden aikatauluja täytyy pystyä kontrolloimaan. Tärkein väline aliurakoiden hallintaan on sopimukset. Niissä määritellään urakan aikataulu. Aikataulussa pysymistä voidaan ohjata välitavoitteilla, jotka voivat olla sakollisia. Tärkeitä osia aliurakoitsijan ohjaamisessa ovat myös urakkaneuvottelu ja aloituskokous, joissa käydään muiden asioiden lisäksi aikatauluun liittyvät vaatimukset vielä läpi. Luonnollisesti myös aliurakoitsijan töitä on ohjattava ja valvottava. (Hakkarainen 2015) Last Planner menetelmän mukaan aliurakoitsijat on sitoutettava aikatauluihin laatimalla aikataulut yhdessä heidän kanssa (Koskela & Koskenvesa 2003). Koskenvesa & Sahlstedt (2017) mainitsevat sitoutumisen vähentävän aikatauluun vaikuttavien häiriöiden todennäköisyyttä, mikäli sitouttaminen työtehtävien toteuttamiseen tehdään jo heti projektin alkuvaiheessa.

4. TUTKIMUKSEN EMPIIRINEN OSIO

4.1 Tapaustutkimuksen toteutus

Tapaustutkimus suoritettiin kvalitatiivisena tutkimuksena. Sen toteutustavaksi valittiin puolistrukturoitu haastattelu. Tutkimuksessa päädyttiin haastatteluihin, sillä sen koettiin motivoivan tutkittavia vastaamaan enemmän kuin kyselylomakkeen. Haastattelut myös mahdollistavat tarkentavien kysymysten kysymisen. Lisäksi haastateltavien määrä ei ollut suuri, mikä takaa haastatteluiden tekeminen oli helposti mahdollista. Haastateltavia oli yhteensä kuusi henkilöä. Tutkimuksen haastattelut suoritettiin tammikuun ja helmikuun aikana vuonna 2019.

Haastattelujen tavoitteena oli selvittää, kuinka aikataulujen hallinta toteutetaan kohdeyrityksessä tällä hetkellä. Käytössä olevien aikataulujen hallintatapojen analysointia varten valittiin kohdeyrityksen työmaista muutama, joilla aikataulujen hallinnan suhteen on ollut enemmän haasteita. Vertailun vuoksi tutkittiin myös työmaata, jolla aikataulujen hallinta oli sujunut paremmin. Työmaat pyrittiin valitsemaan niin, että niiden valmistumisesta ei ole pitkää aikaa. Näistä työmaista kerättiin materiaaleja, kuten tehtyjä aikatauluja, sopimuksia, pöytäkirjoja sekä muita dokumentteja. Lisäksi haastateltiin työmaiden vastaavat työnjohtajat lisätietojen saamiseksi. Haastatteluiden avulla selvitettiin, mitä eri aikatauluja työmailla on ollut käytössä sekä kuinka niitä on valvottu. Lisäksi haastattelun lopussa kysyttiin aikataulujen hallinnan kehittämiseen liittyviä kysymyksiä.

Työpäälliköiden haastattelut toteutettiin myös puolistrukturoituna haastatteluna. Kysymykset olivat samat molemmille työpäälliköille. Aikataulujen hallintaan liittyvien yleisten kysymysten lisäksi työpäälliköiltä kysyttiin tapaustutkimuksen työmaisiin liittyviä tarkentavia kysymyksiä sen mukaan, millä työmaalla he olivat toimineet työpäällikköinä. Työpäälliköiden haastattelut keskittyivät silti kohdeyrityksen aikataulujen hallinnan haasteiden kartoittamiseen ja aikataulunhallintakäytäntöjen selvittämiseen. Vastaavien työnjohtajien ja työpäälliköiden haastatteluiden kysymykset löytyvät liitteestä 1.

Tutkimukseen osallistuneita työmaita oli yhteensä neljä kappaletta. Kaikki työmaat olivat korjausrakentamiskohteita pääkaupunkiseudulla. Kohteet eivät ole asuinrakennuksia. Osassa kohteita uusittiin rakenteita hyvin paljon ja osassa työt liittyivät enemmän pintojen uusimiseen sekä talotekniikan nykyaikaistamiseen. Aikataulusuunnittelumenetelmien perusteella ne olivat kokonaistilajärjestelyjä. Kohteiden koot vaihtelivat noin 800–4000 m² välillä. Rakennusaika vaihteli puolesta vuodesta vuoteen.

4.2 Työmaa 1

Kyseinen työmaa toteutettiin projektinjohtourakkana. Kohde oli noin 800 brm², mutta sisälsi paljon arkkitehtuurisia yksityiskohtia. Logistisesti työmaa oli helppo, sillä työmaalla oli pihaa riittävästi ympärillä. Kohteessa oli vaatimuksena P1-puhtausluokitus. Lisäksi kosteudenhallintaan liittyvät vaatimukset olivat hyvin yksityiskohtaiset. Työturvallisuus ja työmaan järjestys ja siisteys olivat hyvällä mallilla koko työmaan ajan. Hankkeen urakka-aika oli sopimuksen mukaan noin kaksitoista kuukautta. Työt suoritettiin noin kymmenessä kuukaudessa. Työmaalla käytössä olleita aikatauluja olivat yleisaikataulu, työvaiheikatauluja, sisävalmistusaikataulu, mallitöiden aikataulu, viimeistelyvaiheen aikataulu, luovutusvaiheen aikataulu, kolmeviikkoisikataulut, hankinta-aikataulu, suunnitelmatarveaikataulu. Näiden lisäksi muutamalle tilalle tehtiin omat aikataulut, mutta niistä ei löytynyt dokumentaatiota.

Työmaalla laadittiin yleisaikataulusta useampi versio. Työpäällikkö laati alkuperäisen yleisaikataulun, sillä vastaavan työnjohtajan aika ei olisi riittänyt sen laatimiseen. Yleisaikataulusta ei tehty kovin tarkkaa. Yleisaikataulu esitettiin jana-aikatauluna. Se laadittiin huhtikuussa. Alustava yleisaikataulu laadittiin hieman ennen työmaan alkamista. Yhteisesti hyväksytty yleisaikataulu saatiin valmiiksi hieman työmaan aloittamisen jälkeen. Vastaava työnjohtaja kävi yleisaikataulun lävitse se laatimisen jälkeen. Ensimmäisestä yleisaikataulusta laadittiin hyvin tiukka, sillä kohdeyritys halusi työmaan valmistuvan tietyssä aikataulussa kolme kuukautta ennen urakka-ajan päättymistä. Kesällä aloitettiin laatimaan uutta yleisaikataulua. Siinä haluttiin sovittaa yhteen talotekniikkatyöt rakennustöiden kanssa ja päivittää aikataulu realistiseksi toteuman perusteella. Aikataulua tehtiin yhdessä talotekniikkaurakoitsijoiden kanssa. Aikataulua laati työnjohtaja, mutta aikataulun laatiminen jäi kesken, sillä työnjohtaja poistui projektista. Kesän jälkeen vastaava työnjohtaja huolehti muiden aikataulujen kuin viikkoaikataulujen laadinnasta ja valvomisesta. Kesän loputtua päivitetyn yleisaikataulun sijasta laadittiin päivitetty työvaiheikataulu, jossa esitettiin aikataulu projektin loppuun asti ja jossa luovutusta oli siirretty puoleltoista kuukaudella eteenpäin alkuperäisestä yleisaikataulusta.

Yleisaikataulun toteutumista pyrittiin valvomaan kahden viikon välein tekemällä aikatauluun seurantaviiva. Kesälomien aikana yleisaikataulusta ei tehty valvonta-aikataulua. Kesälomien aikana työmaa jäi aikataulusta jälkeen. Vastaavan työnjohtajan kesäloman jälkeen työmaalla oli pulaa työnjohdosta, joten aikatauluvalvontaa tehtiin vähemmän. Syksyn alussa aikataulusuunnitteluun keskityttiin taas enemmän, mutta seurantaviivallisia yleisaikatauluja ei löytynyt dokumentoituina, joten ei voida arvioida onko valvontaa oikeasti tehty.

Rakentamisvaiheikatauluja laadittiin purkutyölle, runkovaiheelle, mallihuoneelle, sisätyövaiheelle sekä viimeistelyvaiheelle. Työvaiheita valittaessa pyrittiin valitsemaan tahdistavia työvaiheita, jotka voivat vaikuttaa muihin työvaiheisiin paljon tai rahallisesti

merkittäviä työvaiheita. Työvaiheaikataulujen menekkitiedot on otettu lähinnä tavoitearviosta, johon ne tulevat laskennan kautta perustuen yrityksen keräämään tietoon ja kokemuksen. Lisäksi, mikäli aliurakoitsija on valittu työhön, kysytään heidän arvioitansa työsaavutuksesta sekä työhön tarvittavasta ajasta. Työvaiheaikataulut on esitetty jana-aikatauluina sisävalmistusvaiheaikataulua lukuun ottamatta. Siitä laadittiin myös pohjakuvaan perustuva aikataulu. Rakentamisvaiheaikatauluja on käyty työnjohtajien ja urakoitsijoiden kanssa läpi, jotta he sisäistäisivät aikataulut. Työvaiheaikataulujen valvonta tapahtui mestaripalaverissa ja urakoitsijakokouksissa. Lisäksi vastaava työnjohtaja teki omaa valvontaa mielessään ja kynällä paperille piirtämällä. Työvaiheaikatauluista ei tehty seurantaviivalla varustettuja versioita.

Purkamisesta laadittiin oma aikataulu, jotta purku-urakoitsijan työn ohjaaminen olisi helpompaa. Purku-urakoitsija oli hankala sitouttaa yleisaikatauluun. Työmaa jäi jo alussa hieman yleisaikataulusta jälkeen, sillä purku-urakoitsijan kanssa ei päästy yhteiseen näkemykseen aikataulusta.

Runkokorjauksista laadittiin oma aikataulu, sillä se oli kustannusten ja aikataulun kannalta merkittävin työvaihe, mutta siihen liittyi jonkin verran epävarmuutta. Epävarmuus johtui normaalia monimutkaisemmasta toteutustavasta.

Sisävaiheesta laadittiin oma aikataulu, jotta kohteen valmistumisajankohdan arviointi olisi luotettavampaa. Siitä laadittiin huonetiloittain aikataulu pohjakuvaan, johon merkittiin viikon tarkkuudella, milloin kukakin urakoitsija työskentelee kyseisessä tilassa. Aikatauluun oli korostettu eri väreillä eri työtä tekevät ryhmät. Sisävaiheen työt olivat jo käynnissä, kun pohjakuva-aikataulu laadittiin. Pohjakuvaan tehdyn aikataulun avulla haluttiin tarkastella, että urakoitsijat eivät ole huoneissa samaan aikaan, jotta työskentelytila riittää kaikille. Sitä käytettiin myös aikataulun valvomista helpottavana työvälineenä. Työnjohtajat pitivät pohjakuvaan tehtyä aikataulua hyvänä käytäntönä ja kokivat sen selkeämmäksi, kuin pelkän jana-aikataulun. Sisävalmistusvaiheen aikataulu on esitetty kuvassa 24.

sitoutuisivat sen noudattamiseen. Aikataulua käytiin läpi urakoitsijakokouksissa. Viimeistelyvaiheen aikataulun viimeisen kuukauden aikana todettiin, että aikataulusta on jääty sen verran jälkeen, että luovutusta kannattaa siirtää hyvän laadun takaamiseksi. Luovutuksen siirtäminen oli mahdollista, sillä urakka-aikaa oli jäljellä. Luovutusta varten laadittiin oma päivitetty aikataulu, jonka päivämäärät käytiin urakoitsijakokouksessa yhdessä läpi. Luovutusvaiheen aikataulussa on esitetty loppusiivous, itselle luovutus, eri viimeistelyvaiheen tarkastukset, toimintakokeet sekä käytönopastus.

Työpäällikkö laati hankinta-aikataulun. Hankinta-aikataulussa esitettiin lähes kaikki hankinnat rautakauppatavaroita lukuun ottamatta. Hankinta-aikataulu perustui tavoitearvioon. Hankinta-aikataulu laadittiin rinnan yleisaikataulun kanssa. Hankintoja suoritti työmaa sekä yrityksen hankintapäällikkö. Hankinta-aikatauluun päivitettiin väreillä hankintojen tilanne sekä valmistuneet hankinnat. Päivittäminen jäi kuitenkin hieman kesken. Lisäksi ei ollut täysin selvää kenen tehtävä hankinta-aikataulun päivittäminen oli.

Suunnitelmatarveaikataulua tehtiin ja sitä täydennettiin työmaan alkuvaiheessa eli ensimmäisten kolmen ja puolen kuukauden ajan. Suunnitelmatarveaikataulun päivittämisestä luovuttiin kuitenkin tämän jälkeen. Kohteen arkkitehti teki katselmuksia ja vieraili työmaalla vähintään kerran viikossa, ajoittain jopa lähes päivittäin. Suunnitelmien tarkennuksia saatiin arkkitehdin vierailujen yhteydessä ja sähköpostilla näiden välissä.

Työmaan ainut tehtäväsuunnitelma laadittiin runkovaiheesta. Sen laati vastaava työnjohtaja. Runkorakenteista laadittiin tehtäväsuunnitelma, sillä se oli työvaiheena tavallista monimutkaisempi ja kustannusten kannalta merkittävä. Aikataulun puolesta tehtäväsuunnitelmassa esitettiin työvaiheaikataulu ja verrattiin vastaako aikataulu yleisaikataulua. Lisäksi käsiteltiin edeltävien työvaiheiden loppumisajankohdat ja seuraavien työvaiheiden alkamisajankohdat. Aikatauluosuuden lisäksi tehtäväsuunnitelma sisälsi lähtötietoja, taloudellisen tarkastelun, potentiaalisten ongelmien analyysin, laadunvarmistusosion, työturvallisuusosion sekä koneiden, kaluston, työvälineiden ja logistiikan suunnitteluosion. Runkorakenteiden korjaus sijoittui kesälomakauden kanssa samalle hetkelle, joten resurssit olivat tiukassa. Tämän takia tehtäväsuunnitelmaan laadittiin myös resurssitarkastelu. Myös materiaalien määrälaskenta lisättiin liitteeksi. Tehtäväsuunnitelman toteutumista ei juuri valvottu kesälomien takia.

Viikkoaikatauluja on laadittu keskimäärin kahden viikon välein. Viikkoaikatauluja ei silti ole tehty aukottomasti, esimerkiksi joulukuun ja tammikuun alun ajalta niitä ei ole tehty. Työnjohtaja on laatinut viikkoaikataulut. Viikkoaikataulut tehtiin Excelillä jana-aikataulun muodossa. Niissä on esitetty kolmen viikon työt alkaen joko kuluvalta tai tulevalta viikolta, riippuen missä vaiheessa viikkoa aikataulu on laadittu. Viikkoaikatauluissa on esitetty työvaiheet eri väreillä. Niihin on myös kirjattu tarvittavat henkilöresurssit joko yksilötasolla tai aliurakoitsijatasolla. Viikkoaikataulujen toteutumisen valvonta oli työnjohtajan omalla vastuulla eikä niiden toteutumista valvottu muuten kuin ajatusten tasolla.

Viikkoaikataulut toimivat työnjohtajan omana työkaluna ja käytäntö todettiin hyväksi tällä tavalla.

Ensimmäinen yleisaikataulu oli liian kireä. Vastaava työnjohtaja toivoi, että hänen aikansa olisi riittänyt ensimmäisen yleisaikataulun itse tekemiseen. Työmaan alussa vastaavan työnjohtajan aika kului liikaa laatu- ja työmaasuunnitelmien parissa työmaainsinöörin puuttuessa. Ylipäättään vastaava työnjohtaja ei ehtinyt paneutua itse rakentamiseen riittävän syvällisesti eikä aikataulusuunnitteluun jäänyt tarpeeksi aikaa. Kohteeseen olisi pitänyt tutustua hieman tarkemmin aikataulua tehdessä, sillä ensimmäisessä yleisaikataulussa ei huomioitu kohteen erityispiirteitä tarpeeksi hyvin. Työjärjestys oli kohteessa erilainen kuin yleensä, mikä olisi pitänyt huomioida aikataulussa. Lisäksi P1-puhtausluokan vaatimuksia ei ollut huomioitu aikataulussa.

Aikatauluissa ei huomioitu kesäloman vaikutusta riittävän hyvin. Suuret työvaiheet sijoituivat juuri lomakauteen, mikä aiheutti haasteita resurssien riittävyydessä. Työmaa olisi pitänyt laittaa suunnitellusti pariksi viikoksi kiinni heinäkuussa tai vaihtoehtoisesti aikataulussa huomioida, ettei töiden eteneminen ole yhtä tehokasta kesälomien ajan. Lisäksi korjausrakentamiskohteen katselmukset aiheuttivat aikatauluun suuria haasteita kesäloman aikana. Erilaiset katselmukset veivät koko projektin aikana hyvin paljon työjohtajan aikaa. Aikaa aikataulujen hallinnalta vei myös se, että työmaalla ei ollut työmaainsinööriä projektin joka vaiheessa, joten se lisäsi vastaavan työnjohtajan työmäärää ja vähensi aikatauluihin kiinnitettävää huomiota.

Suunnitelmien muuttuminen ja suunnitelmien puute vaikuttivat aikatauluun paljon. Lisätöille ja muutoksille ei varattu juuri aikaa. Pienille lisätöille ei haluttu vaatia lisäaikaa, mutta kun niitä kertyi enemmän, vaikuttivat ne aikatauluun. Projekti valmistui kuitenkin urakka-ajassa, minkä vuoksi lisäaikaa ei todellisuudessa tarvittu. Lisä- ja muutostyöt vaikuttivat silti laadittujen aikataulujen toteutumiseen. Yhteistyö suunnittelijoiden ja tilaajan kanssa sujui hyvin.

Urakoitsijoiden sitouttaminen oli vaihdellen haasteellista. Urakkasopimukset saisivat olla tiukempia ja sisältää välitavoitteita tai suoritettavoitteita. Toki välillä on hyväksyttävä, että aliurakoitsijoilla on muitakin töitä. Mikäli työmaa on pieni, ei aliurakoitsijan urakkasumma ole niin suuri, että sillä saisi merkittävää motivaatiota. Esimerkiksi maalausurakoitsijan kanssa käytiin aloituspalaverissa aikataulu yhdessä läpi ja pyydettiin heidän näkemystensä aikatauluun, mutta silti oli vaikeaa laatia töille aikataulua, jossa urakoitsija voisi pysyä. Aliurakoitsijoiden työsaavutuksia ei ylipäättään aina valvottu riittävän tarkasti. Lisäksi pienessä kohteessa inhimilliset asiat, kuten työntekijän sairastuminen, vaikuttavat paljon.

Suurin yksittäinen aikataulullinen epäonnistuminen työmaalla liittyi julkisivun maalin poistoon. Sen aikataulu venyi huomattavasti. Työtä ei hoidettu aliurakkana vaan se jäi omaksi työksi. Maalin poisto oli lopulta hyvin paljon työlämpi työvaihe kuin työmaata

suunnitellessa oletettiin. Työ tuli hoitaa ennen vesikaton korjaustöitä, mutta se ei vaikuttanut sisätöiden aikatauluihin, minkä takia ei ollut painetta suorittaa työvaihetta yleisaikataulun mukaisesti. Työ koettiin vähäpätöisemmäksi kuin runkorakenteiden korjaus ja muut sisällä tehtävät työt, joten motivaatio ei riittänyt sen tiukasti aikataulussa hoitamiseen.

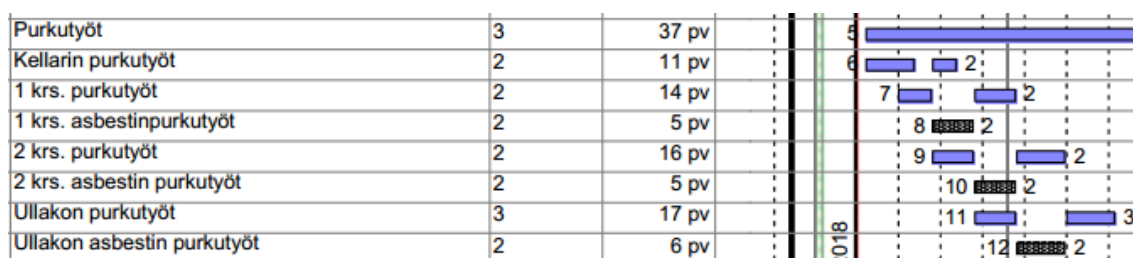
Käytännössä työmaalla pysyttiin aikataulussa päivittämällä aikatauluja toteuman mukaisesti. Kohteen valmistumisaikaa siirrettiin eteenpäin monta kertaa, mutta kohde valmistui silti kuukautta ennen urakka-ajan loppumista. Aikatauluista pyrittiin aina tekemään aika tiukkoja.

4.3 Työmaa 2

Projektissa urakkamuotona oli jaettu urakka. Kohteen kokonaisala oli noin 1650 m². Urakka-aika sopimuksessa oli noin kuusi kuukautta ja toteutunut työmaan kesto noin seitsemän kuukautta. Rakennusurakan piti olla kevyt ja lähinnä talotekniikkatöitä tukeva, mutta purkuvaiheen aikana havaittiin rakennuksen tarvitsevan huomattavasti enemmän rakenteiden uusimista. Rakennuksella oli omaa pihaa ympärillään, mutta pihalla tehtävät talotekniikkatyöt vaikeuttivat logistiikkaa. Käytössä olleet aikataulut olivat yleisaikataulu, rakentamisvaihe aikataulut, hankinta-aikataulu, viikkoaikataulut ja käyttäjän tölle tehty oma aikataulu. Myös tehtäväsuunnitelmia laadittiin.

Yleisaikataulu tehtiin jana-aikatauluna. Vastaava työnjohtaja laati sen yhdessä työpäällikön kanssa. Aikataulu perustui tavoitearvioon ja menekkien arviointi vastaavan työnjohtajan sekä työpäällikön kokemukseen. Yleisaikataulu laadittiin hyvissä ajoin ennen urakan alkua. Sitä käytiin talotekniikkaurakoitsijoiden kanssa läpi. Yleisaikataulusta tehtiin hyvin tarkka ja se palvelikin rakentamisvaihe aikatauluna. Yleisaikataulun tarkkuus koettiin haasteeksi, sillä projektin alussa tehty aikataulu sisältää paljon arvauksia, jotka eivät kaikki lopulta toteudu. Tämän takia tarkka yleisaikataulu ei vastannut työmaan tilannetta riittävän hyvin, mikä hankaloitti sen käyttämistä töiden ohjaamisessa. Aikataulusta laadittiin uusi versio kolme kuukautta työmaan aloittamisen jälkeen. Uusi versio laadittiin, koska kohteen purkutöiden laajuus muuttui huomattavasti ja tässä vaiheessa oli saatu selville niiden todellinen laajuus. Kohteen asbestipurun tarve oli huomattavasti laajempi mitä alun perin haitta-ainetutkimuksen perusteella ilmoitettiin. Yleisaikataulun toteutusta valvottiin tekemällä valvonta-aikataulu joka urakoitsija- ja työmaakokoukseen. Käytännössä seurantaviivallinen aikataulu tuotettiin kerran viikossa. Tämän lisäksi aikataulua valvottiin päivittäin arvioimalla ajatusten tasolla toteutuneiden töiden tilanne ja vertaamalla sitä aikatauluun.

Yleisaikataulusta laadittiin myös resurssiaikataulu helpottamaan töiden valvontaa. Resurssiaikataulu sisälsi samat tehtävät kuin yleisaikataulu. Resurssiaikataulua ei päivitetty, kun yleisaikataulusta laadittiin uusi versio purkutöiden jälkeen. Ote resurssiaikataulusta on esitetty kuvassa 26.



Kuva 26: Työmaata varten laadittu resurssiaikataulu: Ensimmäisessä sarakkeessa nime, toisessa resurssit, kolmannessa kesto.

Maanrakennustöistä tehtiin oma aikataulu, sillä sen aikataulu rupesi venymään. Urakoitsijasta tiedettiin jo etukäteen, että hänellä on paljon muillakin työmailla töitä kesken, mikä voi vaikuttaa töiden etenemiseen. Kaivuutöissä oli ongelmaa myös kaivuuluvan saamisessa, sillä tilaajalta saaduissa tiedoissa oli virhe, mikä hidasti prosessia. Luvan saamisen viivästyminen vaikutti maanrakennustöiden aikatauluun, jota jouduttiin lopulta muuttamaan melko paljon.

Käyttäjän tölle laadittiin Excelin avulla oma aikataulu, jossa näkyy viikkotasolla, milloin mikäkin työ tulee tapahtumaan. Aikataulussa työt jaettiin kerrosten ja tilojen mukaan osiin. Käyttäjien aikataulussa esitettiin kalusteiden, keittiökalusteiden sekä erilaisten varusteiden asennuksien ajankohdat. Aikataulu laadittiin pari kuukautta ennen ensimmäisten kalusteiden asennuksen ajankohtaa.

Julkisivu-urakka oli alistettu sivu-urakka. Sivu-urakoitsija laati töistään omat aikataulunsa. Yhteistyö ja sivu-urakoitsijan töiden yhteensovittaminen muiden töiden kanssa sujuivat hyvin. Sivu-urakoitsija laati aikataulun ajantasaisella valvontatilanteella kerran viikossa urakoitsijakokoukseen ja aikataulut saatiin sovitettua yhteen. Julkisivutöihin liittyi myös tilaajan omien sähköistys- ja valaistustöiden aikataulun yhteensovittaminen muihin töihin. Aikataulujen yhteensovittaminen oli haasteellista, sillä sähköistys- ja valaistus-suunnitelmiin liittyi paljon suunnitelmamuutoksia.

Hankinta-aikataulu sisällytettiin hankintasuunnitelmaan, joka on Excel-muotoinen. Se oli työpäällikön tekemä. Hankintasuunnitelmasta on keskusteltu kohdeyrityksen hankintapäällikön ja vastaavan työnjohtajan kanssa hankintasuunnitelmaa laatiessa sekä hankkeen edetessä. Suunnitelmaan oli sisällytetty aliurakat sekä hankinnat pois lukien apumiehet ja rautakauppatavarat. Hankintasuunnitelmaan oli merkitty, kuka tekee minkäkin hankinnan sekä mitkä ovat tarjouspyynnön, tilauksen ja toimituksen suunnitellut ajankohdat. Hankintasuunnitelmaa täydennettiin kohteen edetessä ja sinne merkittiin suoritettut toimenpiteet.

Projektissa ei tehty erikseen suunnitelmatarveaikataulua, sillä suunnitelmien piti olla valmiita. Taloteknisten töiden osalta pidettiin suunnittelukokouksia, joissa käytiin suunnitelmapuutteita läpi. Suunnittelijoiden saaminen työmaalle oli ajoittain haasteellista. Lisäksi valmiiden suunnitelmien saaminen oli haasteellista.

Tehtäväsuunnitelmia oli tehty purkutyöstä, piha-alueen putkitöistä sekä alakattotyöstä. Tehtäväsuunnitelman laati henkilö, jonka vastuualueella kyseinen tehtävä oli. Tehtäväsuunnitelmien aiheiksi pyrittiin valitsemaan kriittiset työvaiheet, jotka vaikuttavat muihin töihin paljon. Niihin haluttiin ottaa isompia kokonaisuuksia ja valita muutama tärkeämpi työvaihe, johon keskittyä enemmän. Tehtäväsuunnitelmia käytiin läpi mestaripalaverissa.

Viikkoaikatauluja laadittiin yrityksen yleisten käytäntöjen mukaan janamuodossa Exceliin kolmeviikkoisikatauluna. Viikkoaikataulussa ensimmäinen viikko on tarkin ja tulevat kaksi suuntaa-antavia. Jokainen työnjohtaja laati viikkoaikataulun omista töistään ja aikatauluja vertailtiin mestaripalaverissa sekä muun työn ohessa. Viikkoaikataulu pyrittiin laatimaan joka viikko, mutta aina niitä ei muistettu tai ehditty laatia. Viikkoaikatauluja ei ollut säilynyt montaa, joten oli vaikea arvioida, kuinka paljon niitä todellisuudessa ehdittiin tehdä.

Työmaalla oli resurssipulaa loma-aikojen aikana niin työnjohdossa kuin työntekijä puolella. Tämä vaikutti aikatauluun jonkin verran, sillä asiaa ei oltu huomioitu aikataulua laadittaessa. Varsinkin työmaainsinööriä olisi kaivattu avuksi paperihommiin.

Asbestikartoituksen tekeminen oli epäonnistunut pahasti, minkä takia asbestipurkuun ei varattu tarpeeksi aikaa. Siihen varattiin kolme viikkoa, vaikka todellisuudessa purku kesti kolme ja puoli kuukautta. Purun aikana havaittiin myös rakenteellisia muutoksia aiheuttavia kosteusvaurioita, joihin ei ollut aikataulullisesti varauduttu. Purun lisäksi toinen suuri aikataulullinen haaste oli talotekniikkatyöt. IV-puolella oli suuria haasteita kanavien vienneissä, sillä rakenteista löytyi vahvikepalkkeja, jota ei ollut esitetty suunnitelmissa. Lisäksi sähköpuolen suunnittelu sujui huonosti. Suunnitelmien saamisen kestäminen vaikutti hankintoihin ja sitä kautta aikatauluun. Kolmas aikataulullinen haaste oli viime tingassa tulleet suunnitelmamuutokset. Lisä- ja muutostöitä oli hyvin paljon kohteen kokoon nähden.

Kohde valmistui kuukauden myöhemmin kuin oli alun perin sovittu. Purkutöiden keston lisääntymisestä syntynyt kiire ohjasi työmaan toimintaa paljon. Urakalle olisi voitu pyytää enemmänkin lisääaikaa, mutta tilaajalla oli suuri tarve saada urakka valmiiksi tiettyyn ajankohtaan mennessä. Tässä lopulta onnistuttiin, vaikka aikataulu oli hyvin haastava.

4.4 Työmaa 3

Hanke oli projektinjohtourakka tavoitebudjetilla. Työmaa oli moniin kohdeyrityksen työmaisiin verrattuna yksinkertaisempi. Laajuudeltaan urakka-alue oli noin 1200 m². Työmaa oli käytössä olevan rakennuksen sisällä, mikä aiheutti oman haasteensa. Tiedottamista työmaan tilanteesta tehtiin viikoittain ja rakennuksen käyttäjien kanssa tultiin hyvin toimeen. Logistiikka tuli suunnitella tavallista tarkemmin, koska materiaalit nostettiin pihalta toiseen kerrokseen. Urakka-aika oli sopimuksen mukaan noin kuusi kuukautta, sisältäen parin viikon mittaisen valmistelevien töiden ajanjakson. Vahvuutta työmaalla oli vastaavan työnjohtajan lisäksi yksi työnjohtaja. Vastaavalla työnjohtajalla ja työnjohtajalla oli melko hyvin aikaa valmistella projektia ennen työmaan alkua. Kohteesta laadittiin yleisaikataulu, luovutusvaiheen aikataulu, hankinta-aikataulu, suunnitelmatarveaika-tilausta sekä kolmeviikkoisaikatauluja.

Yleisaikataulu laadittiin aivan rakennusurakan alussa ja hyväksyttiin pari päivää työmaan aloittamisen jälkeen. Vastaava työnjohtaja laati yleisaikataulun. Yleisaikataulusta laadittiin hyvin tarkka, joten se toimi rakentamisvaiheikataulunakin. Aikataulu perustui laskennan laskemiin määriin. Menekkien arvioinnin apuna käytettiin kirjallisuutta, mutta hyvin pitkälle arviointi perustui vastaavan työnjohtajan kokemukseen. Valmis yleisaikataulu käytiin työpöydän kanssa läpi, jolloin sitä tarkennettiin hieman. Yleisaikatauluun tehtiin täsmennys parin viikon päästä, mutta muuten siihen ei tehty muutoksia. Vastaava työnjohtaja teki valvonta-aikataulun työmaakokouksiin, joita järjestettiin noin kolmen viikon välein. Seurantaviivallinen yleisaikataulu toimitettiin myös suunnittelukokouksiin. Lisäksi vastaava työnjohtaja ja työnjohtaja kävivät aikataulua lähes päivittäin keskenään läpi ja tarkastelivat, kuinka työt etenivät ja mitä seuraavaksi oli tulossa. Tilaaja oli hyvin kiinnostunut aikataulusta ja aikataulua käytiin tarkasti läpi usein myös valvojan kanssa.

Rakentamisvaiheikatauluja ei tehty luovutusaikataulua lukuun ottamatta. Se sisälsi viimeistelyvaiheen omat ja talotekniikkaurakoitsijoiden työt sekä luovutukseen liittyvät työt eli loppusiivouksen, itselle luovutukset, toimintakokeet, tarkastukset ja käytönopastukset. Luovutusvaiheen aikataulun tekemisessä sovellettiin Last Planner menetelmää. Last Planner menetelmä otettiin käyttöön rakennuttajan toiveesta. Aluksi kohdeyritys epäili Last Planner menetelmää, sillä se oli heille ennestään tuntematon. Uuden menetelmän pelättiin tuovan ylimäärästä työtä. Menetelmän soveltaminen koettiin loppujen lopuksi kuitenkin hyödylliseksi. Käytännössä Last Planner menetelmän käyttö tapahtui tekemällä luovutusvaiheen aikataulu yhdessä talotekniikkaurakoitsijoiden kanssa. Aikataulu tehtiin imuohjausperiaatteella seinälle muistilappuja käyttäen aloittaen laatiminen aikataulun lopusta. Seinälle tehty aikataulu toimi samalla valvontavinjettinä, sillä siihen merkittiin aina kun kyseessä oleva työ oli aloitettu ja kun se oli saatu valmiiksi. Aikataulu on esitetty kuvassa 27. Tehtäville laskettiin toteutumisprosenttia yhdessä valvojan kanssa. Valvontatilanne on esitetty kuvassa 28. Tehtävien toteutumisprosentiksi saatiin noin 87 prosenttia, mitä voidaan pitää hyvänä tuloksena.



Kuva 27: Työmaalla käytetty viimeistelyvaiheen aikataulu ja sen valvontatilanne.

	Lappuja yht.	Tot. lappuja yht.	Toteuma %
	38	33	86,8
41	28	23	82,1
42	45	40	88,9
43	22		
44			

Kuva 28: Aikataulun toteumatilanteen valvonta.

Hankintasuunnitelman laati työpäällikkö, vastaava työnjohtaja ja hankintapäällikkö yhteistyöllä. Tarjouspyynnön, tilauksen ja toimituksen lisäksi siinä oli esitetty päivämäärät myös suunnitelmatarpeelle sekä milloin tilaaja oli hyväksynyt hankinnan. Hankintasuunnitelma laadittiin yleisaikataulun kanssa rinnan. Hankintasuunnitelmaa oli täydennetty

koko työmaan etenemisen ajan yhdessä hankintapäällikön kanssa. Työmaa teki suuren osan hankinnoista itse. Monet hankinnoista olivat kiireellisiä hankintoja työmaan lyhyen keston vuoksi. Tilaajalla oli myös omia hankintojen kilpailutukseen liittyviä vaatimuksia, jotka vaikuttivat hankinta-aikataulun suunnitteluun. Hankinta-aikataulussa esitettiin suurimmaksi osaksi kaikki hankinnat pienimmät ulkopuolelle jättäen, jotta hankinnoista saatiin selkeät kokonaisuudet. Vastaava työnjohtaja päivitti hankintasuunnitelmaan tehdyt hankinnat sitä mukaan, kun niitä oli tehty. Lisäksi hankintapäällikkö merkitsi aikatauluun aina kun oli tehnyt jonkin hankinnan tai lähettänyt tarjouspyyntöjä. Hankinta-aikataulua käytiin keskimäärin viikoittain läpi. Hankinta-aikatauluun panostettiin, koska hankinnat koettiin kriittiseksi tekijäksi aikataulussa pysymisen kannalta. Lisäksi hankintojen sijoittuminen suurimmalta osin kesälle aiheutti oman paineen hankinta-aikatauluun.

Suunnitelmatarveaikataulu laadittiin hankkeen alussa ja sitä päivitettiin projektin loppuun asti. Sen laati ja päivitti vastaava työnjohtaja työnjohtajan tarpeiden perusteella. Käytössä oli yrityksen oma Exceliin tehty aikataulupohja. Aikataulussa esitettiin suunnitelmatarpeen aihe sekä milloin suunnitelmaa on pyydetty, tarvitaan ja milloin se on toimitettu. Aikatauluun lisättiin suunnitelmatarpeita aina kun niitä ilmeni. Suunnitelmapuutteet olivat lähinnä yksityiskohtiin liittyviä täydennyksiä. Kohteen suunnitelmat olivat poikkeuksellisen hyvällä mallilla jo rakennusurakan alkaessa, joten suunnitelmatarpeita ilmeni hyvin vähän. Suunnitelma-aikataulu päivitettiin suunnittelukokouksiin ja lisäksi vastaava työnjohtaja kävi listaa läpi pari kertaa viikossa.

Kohteesta ei tehty tehtäväsuunnitelmia. Kohde oli selkeämpi, mitä kohteet ovat yleensä olleet, joten tehtäväsuunnitelmista ei koettu saatavan hyötyä eikä niitä siten tehty vain tekemisen vuoksi. Työnjohdon käytettävissä oleva aika priorisoitiin muihin töihin. Myös suunnitelmien valmius ja hyvä laatu vaikuttivat päätökseen olla tekemättä tehtäväsuunnitelmia. Väliseinätyöstä tehtiin tehtäväsuunnitelman kaltainen suunnitelma, joka annettiin väliseiniä tekeväälle työryhmälle avuksi. Suunnitelmassa koottiin yhteen väliseiniä koskevat suunnitelmat, niiden erilaiset tekniset vaatimukset ja yksityiskohdat.

Työnjohtaja teki kolmeviikkoisaikatauluja kerran viikossa. Viikkoaikataulu laadittiin työmaan tilanteen perusteella yleisaikataulua mukaillen. Viikkoaikatauluissa esitettiin myös tarvittavat resurssit. Vastaava työnjohtaja ja työnjohtaja kävivät työmaan aikataulutilannetta päivittäin läpi joko suullisesti keskustelemalla töiden etenemisestä tai istumalla alas pöydän ääreen ja käymällä viikkoaikataulun tai yleisaikataulun toteutumista läpi. Runsaan keskustelun ja aikataulujen valvonnan takia viikkoaikataulun paperille viemiselle ei koettu aina tarvetta, vaikka niitä silti tehtiin. Viikkotasolla aikataulut pysyivät hyvin hallussa ja rautakaupparamateriaalien tilaaminen tapahtui aina ajallaan, sillä työmaa oli hyvin tietoinen tulevista töistä. Lisäksi työmaan sijaitseminen vain yhdessä kerroksessa helpotti töiden ohjaamista ja työmaan hallitsemista.

Työmaan toteutuminen tapahtui hyvin pitkälti yleisaikataulun mukaisesti. Työmaa valmistui suunnitellusti ajallaan eikä siellä ollut suuria haasteita aikataulun suhteen. Suunnitelmien hyvän tason takia työmaalla oli hyvin vähän lisä- ja muutostöitä. Lisätöitä oli käytännössä vain yksi hieman suurempi, eikä senkään puolesta tullut aikataulupainetta. Yhteistyö eri osapuolten välillä sujui koko projektin aikana erityisen hyvin niin tilaajan, valvojien kuin suunnittelijoiden suhteen, mikä omalta osaltaan helpotti työskentelyä. Rakennusurakka alkoi kesällä, joten aikataulua pidettiin riskinä lomakauden takia. Lomakauden vaikutukset olivat silti vähäiset. Viimeistelyvaiheessa rakentamisvaihe aikataulun tekeminen yhteistyöllä urakoitsijoiden kanssa koettiin hyödylliseksi. Aikataulussa kohde jaettiin lohkoihin, mikä helpotti töiden päällekkäisyyksien tarkastelua. Urakoitsijoiden koettiin sitoutuvan aikatauluun paremmin, kun se oli yhdessä tehty. Suurin aikataulujen hallinnan haaste liittyi ikkunoihin, jotka oli suunniteltu normaalista poikkeaviksi. Urakka tilattiin aivan projektin alussa, eikä toteutukseen liittyviä yksityiskohtia ollut mietitty aivan loppuun asti. Urakkaan liittyi suunnitelmapuutteita eikä urakoitsijalla ollut riittävästi kokemusta erikoisemmista ikkunoista. Tilanne ja siihen liittyvät riskit huomattiin ja kohdeyrityksen työnjohtaja toimi todella aktiivisesti tilanteen hoitamisessa. Tilanne saatiin hallittua hyvin lopulta.

4.5 Työmaa 4

Työmaa numero 4 oli projektinjohtourakka tavoitehinnalla. Urakka-alueen laajuus oli noin 4000 m². Urakka-aika oli sopimusasiakirjojen mukaan viisi kuukautta. Urakan toteutunut kesto oli seitsemän kuukautta. Työmaaorganisaatio koostui vastaavasta työnjohtajasta ja kahdesta työnjohtajasta. Hankkeessa ei varsinaisesti ollut työpäällikköä. Rakennus oli käytössä urakan aikana, mikä aiheutti haasteita melunhallinnan ja pölynhallinnan suhteen. Kohteen arkkitehtuuriset vaatimukset olivat korkeat. Käytössä olleet aikataulut olivat yleisaikataulu, luovutusvaiheen aikataulu, hankinta-aikataulu, suunnitelmatarveaikataulu sekä kolmeviikkoisikataulut.

Vastaava työnjohtaja teki yleisaikataulun. Aikataulu perustui määräluetteloon, vastaavan työnjohtajan kokemukseen ja aliurakoitsijoilta saatuihin tietoihin. Kohde sisälsi paljon töitä, joihin ei löydy menekkitietoja RATU-kirjoista. Yleisaikataulu käytiin työnjohtajien kanssa läpi, kun se oli saatu valmiiksi. Yleisaikataulusta tehtiin seurantaviivallinen aikataulu työmaakokouksiin, joita oli kerran kuukaudessa. Lisäksi vastaava työnjohtaja tarkasteli aikataulua päivittäin itsekseen tai työnjohtajien kanssa. Yleisaikataulu päivitettiin kaksi kertaa. Se päivitettiin ensimmäisen kerran reilu kuukausi ensimmäisen yleisaikataulun laatimisen jälkeen ja toisen kerran noin kahden kuukauden päästä edellisen päivitetyn version laatimisesta.

Rakentamisvaihe aikatauluja ei tehty luovutusvaiheen aikataulua lukuun ottamatta. Rakentamisvaihe aikataulut koettiin tarpeettomiksi, sillä projektin kesto oli melko lyhyt. Koettiin, että yleisaikataulu ja viikkoaikataulut riittivät aikataulujen hallinnan apuvälineiksi. Luovutusvaiheen aikataulu oli työnjohtajan tekemä. Vastaava työnjohtaja kävi aikataulun

läpi ja auttoi työnjohtajaa sen laatimisessa. Luovutusvaiheen aikataulu sisälsi myös luovutusvaihetta edeltävän kuukauden rakentamistyöt. Luovutusvaiheen aikataulu oli tehty tiukaksi, joten sen toteutumista valvottiin hyvin tarkasti. Luovutusvaiheen aikataulusta ei tehty seurantaviivallista versiota vaan valvominen tapahtui ajatusten ja keskusteluiden avulla.

Työmaa teki kaikki hankinnat itse. Hankinta-aikataulu laadittiin hyvissä ajoin ennen urakan alkamista. Hankinta-aikataulu sisälsi kaikki työt, jotka toteutettiin aliurakkana. Hankintoja hoitavat eli vastaava työnjohtaja ja työnjohtaja kävivät aikataulua keskenään läpi säännöllisesti. Työnjohtaja päivitti toteumat hankinta-aikatauluun aina kun hankintoja saatiin tehtyä. Lopussa päivittäminen jäi tekemättä, sillä sitä ei koettu tarpeelliseksi. Hankinta-aikataulusta laadittiin kolme versiota tilaajan tilatessa lisätöitä.

Suunnitelmatarveaikataulu laadittiin heti projektin alkuun ja sitä päivitettiin hankkeen alkuvaiheessa. Aikataulu oli vastaavan työnjohtajan laatima. Työnjohtaja päivitti aikataulua tarpeen mukaan. Suunnitelmatarveaikatauluun ei merkitty toteutumista eli milloin suunnitelmat saatiin työmaalle. Loppuvaiheessa, kun suunnitelmatilanne rupesi olemaan selkeä, lopetettiin suunnitelmatarvelistan päivittäminen. Suunnitelmia saatiin aina pyydettyä, mutta suunnitelmatarveaikatauluun ei päivitetty milloin suunnitelmat saatiin.

Tehtäväsuunnitelmia ei tehty, sillä niille ei koettu tarvetta. Projekti oli melko pieni ja työt koettiin selkeiksi kokonaisuuksiksi.

Jokainen työnjohtaja teki joka viikko omasta vastuualueestaan kolmeviikkoisaikataulun. Viikkoaikataulut tehtiin yrityksen käytännön mukaisesti Excelillä jana-aikatauluna sisältäen myös käytettävät resurssit. Viikkoaikatauluja tehtiin melko säännöllisesti kerran viikossa. Projektin aikana oli kuitenkin useampi viikko, kun viikkoaikatauluja ei laadittu tai niitä ei viety yrityksen järjestelmään nähtäville. Työnjohtajat kävivät viikkoaikatauluja keskenään läpi. Vastaava työnjohtaja kävi viikkoaikatauluja epäsäännöllisesti läpi, muttei valvonut niitä tarkasti. Viikkoaikataulujen toteutumisen valvonta oli työnjohtajien vastuulla. Käytännössä tämä tapahtui keskusteluiden avulla sekä työnjohtajan omassa päässä.

Projektissa oli paljon suunnitelmamuutoksia. Kohde valmistui alkuperäistä aikataulua myöhemmin, sillä tilaaja halusi toteuttaa viimeistelyvaiheessa melko suuria suunnitelma-
muutoksia. Muun muassa väliseinät laitettiin uusiksi siinä vaiheessa, kun olisi ollut luovutusvaiheen aika. Lisä- ja muutostöihin saatiin lisäaikaa tarpeeksi, eikä lisäajan saamisen suhteen ollut epäselvyyttä.

Aikataulu oli tiukka, sillä monien materiaalien toimitusajat olivat pitkät hankkeen kes-
toon nähden. Mikäli hanke halutaan toteuttaa näin lyhyessä aikataulussa, on suunnitel-
mien hyvä olla valmiita rakentamisen alkaessa sekä sopimus tehdä aikaisessa vaiheessa urakoitsijoiden kanssa, jotta nämä voivat ruveta valmistelemaan projektia. Hankintoja

varten olisi ollut hyvä, jos ennen rakentamisen aloitusta olisi ollut pidempi valmisteleva jakso, jolloin hankintojen teko olisi voitu jo aloittaa.

Aikatauluun tuotti myös haastetta, kun talotekniikkaurakoitsijat eivät pysyneet aikataulussa. Töiden johtaminen toimi huonosti talotekniikkaurakoitsijalla. Ohjaamisesta ja neuvomisesta huolimatta osa hankintojen tekemisistä viivästyi liikaa. Myös puusepällä oli hankaluuksia pysyä aikataulussa suuren työmäärän takia.

Henkilöresurssit mainittiin haasteelliseksi myös tässä projektissa, varsinkin kesälomakausi oli haasteellinen. Vastaava työnjohtaja joutui tekemään töitä myös kesälomansa aikana lähes päivittäin puhelimen ja sähköpostin välityksellä. Kesälomakausi osui hankintojen kanssa pahasti päällekkäin ja myös suunnittelunohjaus tarvitsi vielä paljon huomiota. Työmaalla koettiin myös muuna aikana hieman pulaa työnjohdosta. Vastaavan työnjohtajan päivät venyivät välillä turhan pitkiksi, sillä projektissa ei ollut mukana työpäällikköä ja työmaa suoritti kaikki hankinnat itse. Työmaainsinöörin puutetta ei mainittu haitaksi eikä työntekijöistä mainittu olevan pulaa.

4.6 Aikataulujen hallinnan haasteiden kartoittaminen

Työmaihin liittyvien kysymysten lisäksi haastatteluissa haluttiin selvittää, millaisia aikatauluihin liittyviä haasteita vastaavat työnjohtajat ja työpäälliköt ovat kohdanneet kohdeyrityksen työmailla yleisesti sekä mitä he pitivät suurimpina aikataulujen hallintaan liittyvinä haasteina. Näin saatiin laajempaa näkemystä haasteista, jotka nykyisen aikataulujen hallintajärjestelmän kanssa kohdataan. Lisäksi paremman kokonaiskuvan luomiseksi kysyttiin myös vahvuuksista sekä muista kuin aikataulujen hallintaan liittyvistä haasteista ja vahvuuksista.

Millaisia aikatauluun liittyviä haasteita yrityksessä kohdataan? Mistä aikatauluun liittyvät ongelmat johtuvat mielestäsi?

Haastatteluiden perusteella suurimmaksi aikataulujen hallinnan haasteeksi koettiin liian vähäinen aikataulujen valvominen. Työmaat eivät valvo aikataulujen toteutumista riittävästi, vaan valvontaa tulisi tehdä huomattavasti enemmän kuin tällä hetkellä tehdään. Työvaiheiden tahdistaminen, resurssien suunnittelu, työntekijöiden kuormituksen suunnittelu ovat asioita, joihin ei kiinnitetä riittävästi huomiota. Työntekijöiden määrä kasvaa usein työmaan loppua kohden ja kiire vaarantaa laadukkaan luovutuksen. Resurssien määrää suhteessa aikatauluun ei vertailla kovin usein. Monesti ei tarkastella, esimerkiksi riittävätkö aliurakoitsijan työmaalle varaamat resurssit työn aikataulussa valmiiksi saatamiseen. Kohdeyrityksen useimmat työmaat ovat uudisrakentamista hankalampia siinä mielessä, että esimerkiksi elementtejä asennettaessa nähdään päivässä jälkeen jääminen, mutta kohdeyrityksen työmailla jälkeen jäämisen huomaaminen ei ole yhtä helppoa.

Eniten aikataulujen valvonnan haasteena on kokonaisuuden hallinta. Esimerkiksi luovutusvaiheelle tehdään oma aikataulu ja sen toteutumista valvotaan hyvin tiettyjä päivämääriä seuraamalla, mutta koko projektin aikataulujen hallinta ei ole yhtä hyvin hallussa. Lisäksi aikataulussa tapahtuvia muutoksia ei aina viedä aikatauluun. Esimerkiksi jos päätehtään vaihtaa tehtävien työjärjestystä tai muuttaa tehtävän aloitusaikaa, ei aikataulua päivitetä tämän osalta. Aikataulun valvomisesta tulee näin huomattavasti haasteellisempaa. Muutosten vieminen aikatauluun asti auttaa muutosten loppuun asti suunnittelussa ja tekee muutoksista hallitumpia. Aikataulun muutosten hallinta on tärkeää, sillä yleisaikataulu on harvoin täydellinen. Sen laatimiseen liittyy oletuksia ja arvauksia, jotka eivät aina osu oikeaan. Lisäksi sen laatimisessa tapahtuu joskus virheitäkin. Korjausrakentamiskohteissa tulee yleensä yllätyksiä, jotka aiheuttavat aikatauluun vaikuttavia lisä- ja muutostöitä.

Aikataulun valvonnan puutteesta seuraa monesti, että työmaalla ollaan kaksi tai kolme viikkoa aikataulusta jäljessä ennen kuin asiaan reagoidaan. Usein havaittuihin poikkeamiin ei reagoida riittävän nopeasti eikä reagointikeinoja ole aina tarpeeksi. Reagoimattomuus johtuu välillä siitä, ettei havaita aikataulusta jäämistä, mutta välillä myös pienestä välinpitämättömyydestä. Välillä vain toivotaan, että työt onnistuvat annetussa aikataulussa. Reagoinnin tarve tulisi havaita mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta tarvittaviin toimenpiteisiin voidaan ryhtyä.

Mikäli aikataulusta jäädään jälkeen, ei korjaustoimenpiteitä suunnitella aina kunnolla. Usein todetaan, että kyllä aikataulu saadaan kiinni, mutta konkreettisia toimenpiteitä ei suunnitella. Korjaavia toimenpiteitä mietitään, mutta niistä ei laadita kirjallista suunnitelmaa. Käytännössä usein aikataulun kiinniottosuunnitelma on ottaa muutama työntekijä lisää aikataulusta jälkeen jääneeseen työvaiheeseen. Toimenpiteiden tehokkuutta ei voida arvioida, sillä niitä ei ole kunnolla määritelty. Tulisi esimerkiksi määritellä tarkasti, kuinka monta työmiestä tarvitaan lisää, milloin aikataulu tulisi olla saatu kiinni ja vaikuttaako tämä muuten yleisaikatauluun. Kun korjaavia toimenpiteitä ei tehdä ajoissa eikä niitä suunnitella ja toteuteta kunnolla, on seurauksena usein kiireen pakkautuminen työmaan loppuun. Joillakin henkilöillä aikataulujen hallinta ajatusten tasolla toimii hyvin, varsinkin pienempien työmaiden kohdalla. Toimenpiteiden suunnittelu mielessä aiheuttaa silti haasteita, kun työmaa on suurempi tai jos vastaava työnjohtaja sattuu sairastumaan tai muusta syystä joutuu poistumaan projektista väliaikaisesti tai pysyvästi. Työnjohtajien kannalta on myös helpompaa, mikäli aikataulu on suunniteltu paperille ja muutokset on esitetty konkreettisena suunnitelmana.

Yhdeksi ongelmaksi koettiin työpäällikön rooli, kun aikataulusta on jäätyä jälkeen ja suunnitellaan uutta yleisaikataulua. Työpäällikkö ei ole työmaalla päivittäin eikä tunne työmaata yhtä hyvin kuin vastaava työnjohtaja. Tämän takia työpäällikön on haasteellisempaa laatia uutta aikataulua. Lisäksi mikäli työpäällikkö laatii uuden aikataulun, on työmaan henkilöstön sisäistettävä se ja sitouduttava noudattamaan sitä, mikä on haasteelli-

sempaa kuin itse laaditun aikataulun kohdalla. Paremmaksi ratkaisuksi koetaan, että vastaava työnjohtaja laatii itse uuden aikataulun, mutta muiden kiireiden takia uuden aikataulun laatiminen jää välillä työpöydälle.

Aikataulujen valvonnan vähäisyyttä perustellaan usein kiireellä. Muut päivittäiset työasiat vievät liikaa aikaa eikä aikataulujen hallintaan riitä aika sen takia. Liian usein on niin kova kiire, että aika menee ongelmia ratkoessa eikä kiinnitetä tarpeeksi huomiota tulevaisuuteen, mikä puolestaan lisää tulevia ongelmia. Lisäksi esimerkiksi työmaainsinöörin puuttuminen työmaan aloitusvaiheessa lisää vastaavan työnjohtajan työmäärää ja vähentää näin aikataulujen hallintaan käytettävää aikaa. Myös kesälomat mainittiin usein haasteeksi aikataulujen hallinnassa. Kesällä yleensä myös vastaava työnjohtaja pitää kesäloman, jonka aikana aikataulujen valvonta jää tekemättä.

Tutkimuksen havainnot laittoivat tutkijan pohtimaan, onko työmailla sisäistetty aikataulujen hallinnan tärkeys. Tutkimuksen perusteella ei voida arvioida, kuinka paljon aikaa työmailla käytetään aikataulujen hallintaan todellisuudessa tai millä tasolla henkilöstön osaaminen on aikataulujen hallintaa koskien. Kuitenkin tutkimuksessa havaittiin, että lisäkoulutuksella on saatu aikaan selkeää parannusta aikataulujen hallintaan panostamisessa.

Aikataulujen hallintaan liittyy vahvasti myös aliurakoitsijoiden töiden aikataulujen hallinta. Aliurakoitsijoiden hallinta on haasteellisempaa kuin omien töiden, minkä takia aliurakoitsijoiden suuri määrä koetaan haasteeksi. Haastetta lisää, kun aliurakoitsijan sopimusta tehdessä ei tiedetä tarkasti, milloin aliurakoitsijan tulisi saada työnsä valmiiksi. Aliurakoitsija töiden aikataulu kirjataan sopimukseen melko löysästi. Hankintojen aikatauluttaminen vaikuttaa myös aliurakoitsijoihin. Mikäli hankinta viivästyy, aiheuttaa tämä painetta aliurakoitsijalle, kun töiden aloituksen pitäisi tapahtua hyvin nopeasti. Aliurakoitsijan on hankalampi järjestellä resurssejaan kiireessä. Hankinnat tulisi tehdä riittävän aikaisin, jotta myös aliurakoitsijalle jää riittävästi aikaa resurssien suunnitteluun. Lisäksi aliurakoitsijoiden kanssa tulisi sopia käytettävät henkilöresurssit kuntoon kerralla, jotta vältetään viikoittaisilta keskusteluilta. Rakennusallalla on hieman pulaa myös tiettyjen töiden tekijöistä, mikä vaikeuttaa aliurakoitsijoiden saatavuutta. Aliurakoitsijalla saattaa olla liian monella työmaalla töitä käynnissä samalla hetkellä. Näissä tapauksissa, mikäli työmaa on pienehkö, on vaikeaa sitouttaa aliurakoitsijaa aikatauluihin tämän panostaessa tuottavampaan työmaahan enemmän. Tällöin sakotkaan eivät juuri vaikuta. Lisäksi on asioita, joihin ei voida juuri vaikuttaa. Esimerkiksi jos kyseessä on pieni työryhmä, voi yksittäinen sairastumistapaus vaikuttaa merkittävästi työvaiheen etenemiseen ja aiheuttaa aikataulusta viivästymistä.

Aikataulujen hallinnan yksi suuri haaste korjausrakentamisessa on sille tyypilliset suunnitelmamuutokset ja lisätyöt. Usein suunnitelmamuutoksia ja lisätöitä varten ei haluta pyytää lisää aikaa, varsinkin jos kyse on pienehköstä lisäyksestä. Lisätöiden aiheuttamaa lisäämatarvetta ei selvitetä aina tarkasti. Myös kokonaisuuden arviointi jää helposti liian

vähäiseksi, varsinkin jos kyseessä on monta pienempää lisä- tai muutostyötä. Lisäaika maksaa tilaajalle, minkä takia sitä ei haluta pyytää herkästi. Haastatteluissa todettiin, että varsinkin jos urakka-aika antaa myöten, on lisä- ja muutostöille varattava enemmän aikaa yleisaikatauluun. Monesti myös tilaajan on harkittava alun perin pidempää urakka-aikaa, mikäli kohteen suunnittelu on reilusti kesken tai jos voidaan olettaa, että kohteessa tulee paljon yllätyksiä.

Suunnitelmapuutteet aiheuttavat myös haastetta aikataulujen hallintaan. On vaikeaa arvioida aikataulua, mikäli ei tiedetä mitä ollaan rakentamassa. Tämä aiheuttaa aikatauluun pientä epävarmuutta, riippuen kuinka pitkällä suunnittelu on. Tarvittavat suunnitelmat on pyydettävä ajoissa, mutta työmailla ei aina ehditä selvittää suunnitelmien puutteita yksityiskohtatasolla. Suunnitelmatarpeet ilmenevät välillä liian myöhään, jättäen suunnittelijoille liian vähän aikaa suunnittelutyöhön. Joissain tapauksissa, vaikka suunnitelmaa pyytäisi ajoissa, kestää toteutuskelpoisen suunnitelman saaminen kohtuuttoman kauan aiheuttaen viivästystä työmaan aikatauluun.

Mikä on suurin aikataulujen hallintaan liittyvä haaste?

Suurimmiksi haasteiksi aikataulujen hallinnassa nimettiin haastatteluissa resurssipulat, suunnitelmapuutteet, lisä- ja muutostyöt, aikataulujen valvonnan vähäisyys ja aliurakoitsijoiden hallinta. Lisäksi liian kireä yleisaikataulu ja työmaan sijainti sekä logistiikka olivat suurimpien haasteiden listalla.

Resurssipulalla tarkoitettiin, että vastaavalla työnjohtajalla ei ole riittävästi aikaa perehtyä työmaahan sen alussa. Tämä on monesti kiinni myös tilaajasta, sillä urakkasopimuksen aikaisemmin syntyminen mahdollistaisi pidemmän valmistelevan jakson ennen työmaan alkua. Lisäksi resurssipula johtaa aikataulujen valvomisen tekemättä jättämiseen tai sen huonommin hoitamiseen. Aikataulujen valvonnan tekemättä jäämistä perusteltiin aina kiireellä. Ongelmaksi koettiin, ettei aika riitä sekä töiden ohjaamiseen työmaalla että aikataulujen valvontaan.

Aikataulujen valvontaan liittyy myös haasteena työsaavutusten valvomisen vähäisyys. Ei valvota riittävän tarkasti, paljonko työsaavutus on. Erikoisemmissa työvaiheissa tätä tehdään liian vähän. Tavallisten töiden etenemisen valvominen onnistuu, mutta erikoisempien kohdalla se jää välillä tekemättä. Lisäksi, jos huomataan, että aikataulusta on jääty jälkeen, ei siihen reagoida riittävän nopeasti eikä korjaavia toimenpiteitä päivitetä aikatauluihin. Aikataulujen valvontaa ei tehdä tarpeeksi itseä varten.

Myös kohdeyrityksellä nykyisin käytössä oleva aliurakkasopimusmalli koettiin suureksi haasteeksi aikataulujen hallinnassa. Sen ei koeta antavan riittävästi välineitä aliurakoitsi-

jan sitouttamiseen. Aliurakoitsijan työn etenemiseen on vaikea puuttua, kun urakkasopimukseen ei ole kirjattu välitavoitteita tai vaadittavaa työsaavutusta. Nykyisin työmaalla ollaan liian usein tyytyväisiä aliurakoitsijan paikalle saapumiseen ja vasta urakan lopussa tarkastellaan, onnistuivatko työt aikataulussa. Aliurakoitsijoista tärkeimpänä mainittiin talotekniikkaurakoitsijat, joiden aikataulun sovittaminen yleisaikatauluun on ajoittain haastavaa. Yhteistyöhön kaivataan uusia keinoja sen parantamiseksi ja talotekniikkaurakoitsijoiden aikatauluihin sitouttamiseksi.

Suunnitelmapuutteisiin liittyi myös työmaan alun kiireet. Haasteeksi koettiin, että heti työmaan alkuvaiheessa tulisi ehtiä tutustua suunnitelmiin erittäin huolellisesti, jotta voidaan tunnistaa suunnitelmatarpeet. Kun suunnitelmissa on puutteita, ei hankintoja voida tehdä aina riittävän ajoissa. Välillä myös vaikka suunnitelmaa pyydetään ja sellainen saadaan, ei suunnitelma ole silti toteutuskelpoinen ja siihen täytyy pyytää lisätietoja sekä parannusta. Suunnitelmien ajoissa tarkastamiseen ei aina ole riittävästi aikaa. Lisäksi suunnitelmien keskeneräisyys vaikuttaa aikataulun laatimisen tarkkuuteen.

Lisä- ja muutostyöt mainittiin yhdeksi suurimmista aikataulun hallinnan haasteista, sillä lisä- ja muutostöille ei usein varata aikatauluun juuri aikaa. Kuten edellisen kysymyksen kohdalla jo kerrottiin, ei lisätöille usein vaadita lisääaikaa, mikä on haasteellista aikataulujen kannalta.

Yksi haastateltavista mainitsi myös työmaan sijainnin ja logistiikan suurimmaksi haasteeksi. Työmaan sijainti vaikuttaa paljon siihen, kuinka tarkasti sen logistiikka täytyy suunnitella ja kuinka vapaasti materiaalitoimituksia voidaan ottaa vastaan. Sijainti vaikuttaa myös muuten työmaan työskentelyyn. Mikäli työmaalla on esimerkiksi meluavat työvaiheet rajattu tiettyyn kellonaikaan, on tämä huomioitava aikataulussa. Tämä vaikeuttaa työmaan arjen suunnittelua ja lisää haastetta aikataulujen hallintaan.

Kaikista suurimmaksi haasteeksi aikataulujen hallintaan liittyen nousi silti ylipäätään kohdeyrityksen työmaiden luonne. Tutkimuksen aiheena olleet työmaat olivat kaikki kokonaistilakorjauksia. Kohteet eivät olleet kerrostalojen putkien uusimista vaan monimutkaisempia korjauskohteita. Kohteista paljastuu urakan aikana yllätyksiä eivätkä kaikki rakenteet ole projektin alussa tiedossa. Projekteihin liittyy myös usein korkeat arkkitehtuuriset vaatimukset. Yllätysten koetaan vaikeuttavan aikataulujen hallintaa kaikista eniten.

Mitkä aikataulujen hallintaan liittyvät asiat osataan mielestäsi hyvin?

Aikataulujen hallinnassa panostetaan luovutusvaiheen aikataulun laatimiseen ja valvontaan. Sen tekeminen on kehittynyt viime aikoina hyvin. Luovutusvaiheen aikataulun laa-

dintaan yhdistetään monesti viimeisten sitä edeltävien työvaiheiden aikataulut. Luovutusvaiheen aikataulu laaditaan aliurakoitsijoiden kanssa yhteistyössä. Myös viikkoaikataulujen tekemisessä on parannuttu.

Vaikka aikataulujen valvontaa ei tehdä kirjallisessa muodossa kovin usein, osataan sitä tehdä ajatusten tasolla hyvin. Kohdeyrityksen henkilökunta on kokenutta ja osaa arvioida hyvin kuinka paljon mikäkin työ voi kestää. Kohdeyrityksen työmaat ovat usein hieman monimutkaisempia ja sisältävät erikoisempia työvaiheita sekä menetelmiä, joille ei RATU-kirjoista löydy menekkejä. Tästä huolimatta menekkien arviointi onnistuu usein hyvin.

Kuinka paljon yritys kohtaa haasteita aikataulujen hallinnan suhteen? Millaisia seurauksia aikataulussa pysymisen haasteet aiheuttavat?

Korjausrakentamiskohteissa kohdataan aina haasteita aikataulujen hallinnassa ja niin myös kohdeyrityksessä. Aikataulujen hallintaan liittyvät haasteet ovat päivittäisiä ainakin jollakin tasolla. Yleensä haasteet lisäävät kustannuksia, materiaalihävikkiä, työmaalla tarvittavaa henkilöstömäärää sekä stressiä niin työnjohdolla kuin työntekijöillä. Kiire myös huonontaa työmaan siisteyttä ja lisää epäjärjestystä. Kiire lisää kustannuksia, vaikka kiire olisi hallittua kiirettä. Aikataulussa pysymättömyyden seuraukset voivat pahimmillaan olla rahallisesti mittavia.

Millaisia muita haasteita yritys kohtaa? Mitkä asiat osataan hyvin?

Suunnitelmapuutteet ja -muutokset aiheuttavat usein viivettä aikatauluihin sekä lisäävät kustannuksia. Pahimmissa tapauksissa joudutaan lisäämään henkilökuntaa työmaalle, jotta selvittää suunnittelun aiheuttamasta haasteesta. Aiheeseen liittyy myös lisä- ja muutostyöt ja niistä sopiminen. Suunnittelun ohjaus on ylipäättään haaste. Muut asiat koetaan osattavan.

Selkeäksi vahvuudeksi nostettiin tekninen osaaminen. Henkilökunta on hyvin osaavaa teknisissä asioissa. Peruskorjauspuolesta on paljon kokemusta ja se tunnetaan hyvin. Osaataan ja halutaan tehdä hyvää laatua.

4.7 Kohdeyrityksen nykyiset aikataulunhallintatavat

Kohdeyrityksessä on otettu käyttöön uusi laatujärjestelmä. Kohdeyritys kannustaa yleis-aikataulun, työvaiheaikataulujen, hankinta-aikataulun, suunnitelmatarveaikataulun sekä

viikkoaikataulujen tekoon. Sisäisten auditointien yhteydessä käydään aikatauluihin liittyviä kohtia myös läpi. Auditointeja pidetään kolme kappaletta. Auditoinneissa aikataulujen hallintaan liittyvät tarkistettavat kohdat on esitetty alla.

Ensimmäinen auditointi:

- Yleisaikataulu on laadittu ja se on hyväksytty
- Hankintasuunnitelma on laadittu
- Suunnitelmatarveaikataulu on laadittu ja valvontamenettelyt on sovittu
- Kolmeviikkoisaikatauluja on laadittu

Toinen auditointi:

- Yleisaikataulua on valvottu ja poikkeamista on raportoitu sekä toimenpiteet määriteltä
- Yksi tai useampi työvaihe aikataulu on laadittu
- Kolmeviikkoisaikatauluja on laadittu
- Hankintasuunnitelma (sis. aikataulun) on ajan tasalla ja sitä käsitellään
- Suunnitelmatarveaikataulu on laadittu ja sitä on päivitetty noin kahden viikon välein

Kolmas auditointi:

- Luovutusvaiheen aikataulu on yhteisesti hyväksytty
- Luovutusvaiheen aikataulua on valvottu ja päivitetty tarvittaessa
- Kolmeviikkoisaikatauluja on laadittu ja ne sisältävät luovutusvaiheen tehtävät
- Lisäksi tehtäväsuunnitelmat on esitetty yhtenä vaihtoehtona laadunhallintaan laadunvarmistusmatriisin yhteydessä

Haastatteluiden perusteella kohdeyrityksessä ei ole tarkkaa yhtenäistä aikataulujen hallintakäytäntöä tai ohjeistusta. Aikataulujen hallintakeinot ovat hyvin pitkälti kiinni vastaavasta työnohtajasta. Silti aikataulujen hallintakäytännöt ovat melko vakiintuneet. Aikatauluista laaditaan yleisaikataulu, hankinta-aikataulu, suunnitelmatarveaikataulu, viikkoaikatauluja, luovutusvaihe aikataulu ja välillä muita rakentamisvaihe aikatauluja.

Yleisaikataulu on useimmiten työpäällikön laatima, sillä vastaavan työnohtajan aika ei riitä siihen. Yleisaikataulu laaditaan jana-aikatauluna. Yleisaikataulun tarkkuus vaihtelee projektikohtaisesti. Osassa yleisaikataulusta tehtäviä on jaettu osakohteisiin, esimerkiksi kerroksien mukaan, mutta monesti näin ei ole tehty. Yleisaikataulu on välillä hyvinkin tarkka ja voi toimia rakentamisvaihe aikatauluinakin. Toisaalta välillä yleisaikataulu on enemmän vain rajoja antava ja voi olla melko nopeasti laadittu. Tutkimuksen perusteella ei voida tarkasti arvioida, kuinka hyvin yleisaikatauluja osataan laatia, mutta osaamisessa

ei havaittu merkittäviä puutteita. Yleisaikataulun toteutumisen valvonta tapahtuu enimmäkseen vastaavan työnjohtajan mielessä. Välillä siitä laaditaan seurantaviivallinen aikataulu, mutta yleensä tämä tehdään vain työmaakokouksiin tai muuten joku ulkopuolinen taho vaatii sen laatimista. Työpäälliköt pyytävät säännöllisesti tietoa työmaalta aikataulutilanteesta, mutta tätä ei tarvitse tehdä kirjallisessa muodossa. Mikäli työmaan huomataan jättävän aikataulusta jälkeen, kehottaa työpäällikkö työmaata laatimaan suunnitelman aikataulun kiinniottamiseksi. Aikataulun kiinniottosuunnitelman toteutus ja valvonta ei silti toimi aina. Kiinniottosuunnitelmia laaditaan harvoin kirjallisessa muodossa. Työpäällikkö ja vastaava työnjohtaja käyvät keskusteluja aikataulusta jäämisestä ja yrittävät löytää syyn viivästymiselle. Yleensä ratkaisuna ongelmaan lisätään työntekijöitä tiettyyn työvaiheeseen. Usein huomio kiinnittyy ongelmaksi koettavaan työvaiheeseen ja kokonaisuuden tarkastelu jää pienemmälle huomiolle. Yleisaikatauluun ei myöskään usein päivitetä muutoksia, kuten tehtävien järjestyksen vaihtumisia työmaan alkuvaiheen jälkeen.

Rakentamisvaiheaikatauluja laaditaan vaihdellen. Kohdeyrityksessä ei ole vakiintunutta käytäntöä rakentamisvaiheaikataulujen laatimiseen liittyen. Mikäli rakentamisvaiheaikatauluja laaditaan, laaditaan ne useimmiten jana-aikatauluina. Useimmiten rakentamisvaiheaikatauluja laaditaan kriittisiksi koettavista vaiheista, kuten purku- tai runkovaiheesta. Poikkeuksiakin löytyy, esimerkiksi työmaan 1 laatima sisävalmistusvaiheen pohjakuvaan perustuva aikataulu. Luovutusvaiheelle laaditaan silti oma aikataulu ja tätä yrityksen sisäisessä auditoinnissakin vaaditaan. Luovutusvaiheen aikataulu laaditaan joka kohteeseen. Yleensä luovutusvaiheen aikataulu laaditaan yrityksen käytäntöjen mukaan jana-aikatauluna tai listana tärkeistä päivämääristä. Työmaalla 3 laadittiin luovutusvaiheen aikataulu Last Planner menetelmää soveltaen seinälle imuohjauksella, mitä pidettiin hyvänä menetelmänä.

Tehtäväsuunnittelua laaditaan melko vähän. Tutkimukseen osallistuneista työmaista puolet olivat laatineet edes yhden tehtäväsuunnitelman. Toinen työmaa laati yhden tehtäväsuunnitelman ja toinen oli laatinut useamman. Työmailla, joissa tehtäväsuunnitelmia ei laadittu, koettiin, että tehtäväsuunnitelmille ei ole tarvetta. Tehtäväsuunnitelmille on myös olemassa yrityksen oma pohja. Tutkimuksen perusteella ei voida arvioida, riittääkö työnjohtajien osaaminen tehtäväsuunnitelmien laatimiseen. Tehtäväsuunnitelmien toteutumisen valvominen tapahtuu ajatusten tasolla.

Viikkoaikatauluja laaditaan yleisesti ottaen melko hyvin. Usein niiden laatiminen kuitenkin jää jossain vaiheessa projektia kiireeseen vedoten, esimerkiksi lomakausien yhteydessä. Lisäksi viikkoaikatauluja unohdetaan viedä kohdeyrityksen järjestelmään, missä ne olisivat koko työmaaorganisaation käytettävissä. Viikkoaikatauluja laaditaan yrityksen käytäntöjen mukaisesti kolmeviikkoaisaikatauluina Excelillä jana-aikataulun muodossa. Työjohtajat laativat viikkoaikataulut vastuualueistaan ja hoitavat suunnitelman toteutumisen valvomisen itse. Tämän tutkimuksen perusteella ei voida arvioida, kuinka hyvin viikkoaikataulujen valvominen toteutuu.

Hankinta-aikataulu laaditaan joka projektille. Se laaditaan yrityksen hankintasuunnitelmapohjalle. Hankinta-aikataulua ei esitetä jana-aikatauluna vaan se on lista hankinnoista ja näiden perässä päivämäärät tarjouspyynnölle, sopimukselle ja toimitukselle. Hankinta-aikataulun laatii usein sama henkilö, joka laatii yleisaikataulun. Hankintasuunnitelman laatimiseen osallistuvat usein työpäällikkö, hankintapäällikkö sekä vastaava työnjohtaja. Hankintasuunnitelmaan päivitetään, kun vaadittu toimenpide, esimerkiksi tarjouspyynnön lähettäminen, on tehty. Aikatauluun ei merkitä, onko tapahtuma tapahtunut ajallaan, myöhässä tai etuajassa. Hankintasuunnitelman päivittäminen jää usein kesken työmaan edetessä, sillä ei ole selkeää kenelle sen päivittäminen kuuluu ja kenen aika riittää sen päivittämiseen.

Suunnitelmatarveaikataulu laaditaan riippuen projektista ja sen suunnittelun tilanteesta. Mikäli suunnitelmat ovat kunnossa tai niiden koetaan olevan kunnossa, ei suunnitelmatarveaikataulua laadita. Suunnitelmatarveaikataulu laaditaan myös yrityksen omalle pohjalle. Sen päivittämistä ei silti tehdä aina yrityksen ohjeiden mukaisesti. Ohjeistus neuvoo merkitsemään punaisella värillä, mikäli suunnitelmaa ei ole saatu ajallaan. Lisäksi suunnitelmatarveaikataulun päivittäminen jää monesti kesken. Esimerkiksi ei kirjata ylös, milloin pyydetyt suunnitelmat on saatu työmaan käyttöön. Lisäksi esimerkiksi työmaalla 2 ei suunnitelmatarveaikataulua laadittu, vaikka suunnitelmatarpeita selkeästi ilmestyi ja suunnitelmien saaminen oli haasteellista.

5. AIKATAULUJEN HALLINNAN KEHITTÄMINEN

5.1 Ihanteellisen aikataulujen laadinta- ja valvontajärjestelmän piirteitä haastatteluiden perusteella

Haastatteluiden yhteydessä kysyttiin, minkälaisia ominaisuuksia haastateltavien mielestä ihanteellisella aikataulujen laadinta- ja valvontajärjestelmällä on. Mainitut asiat ovat samassa linjassa muiden havaintojen kanssa.

Haastateltavien mukaan ihannetilanteessa yleisaikataulun laatimiseen ja valvontaan kiinnitetään enemmän huomiota. Vastaava työnjohtaja laatii yleisaikataulun sekä suunnittelee hankintakokonaisuudet. Vastaavan työnjohtajan on suunniteltava yleislinjat, sillä hän on päävastuussa työmaan ajallaan valmiiksi saattamisesta. Yleisaikatauluun on myös laitettava suunnitellut resurssit näkyville. Vastaavan työnjohtajan on valvottava yleisaikataulun toteutumista ja kiinnitettävä huomiota kokonaisuuden toimimiseen. Säännöllisen valvonnan lisäksi vastaavan työnjohtajan on reagoitava havaittuihin poikkeamiin pikaisesti. Yleisaikataulua on päivitettävä ja muokattava tarpeen mukaan. Esimerkiksi, jos vaihdetaan työvaiheiden toteutusjärjestystä, on tämä tärkeää päivittää aikatauluun, jotta muutokset ovat hallittuja. Mikäli työvaihe on mahdollista aloittaa ennen kuin yleisaikataulu käskee, on näin tehtävä. Vapaat työskentelytilat on hyvä saada tehokkaammin käyttöön. On hyvä käyttää myös muita aikataulumuotoja kuin jana-aikataulua, sillä sen avulla ei nähdä kaikkea. Esimerkiksi paikka-aikakaaviolla nähdään paremmin työryhmien päällekkäisyydet. Ylipäätään ihannetilanteessa visuaalisia ohjauskeinoja käytetään paljon enemmän aikataulujen hallinnassa. Esimerkiksi on hyvä laittaa valvontavinjetti työmaan seinälle kaikkien näkyville.

Muiden työnjohtajien on tärkeää sisäistää yleisaikataulu ja tarkastella omien viikkoaikataulujensa vastaavuutta yleisaikataulun antamiin aikaraameihin. Viikkoaikatauluja ja työvaiheiden aikatauluja käytäisiin aina kunnolla läpi mestaripalaverissa ja todettaisiin, ollaanko niiden perusteella aikataulussa. Lisäksi hankintaosasto valvoisi hankinta-aikataulua hyvin tarkasti.

Lisäksi ihannetilanteeseen liittyen mainittiin aliurakoitsijoihin liittyviä toiveita. Ihannetilanteessa aliurakoitsijoista olisi hyvin paljon tarjontaa ja heillä olisi suuri halu päästä työmaalle töihin heti kun päästetään. Realistisempaan toiveena mainittiin aliurakoitsijoiden osallistaminen aikataulusuunnitteluun. Aikataulun yhdessä tekemisen on havaittu lisäävän sitoutumista, joten työntekijätkin pitäisi ottaa mukaan aikataulujen laatimiseen. Tärkeäksi asiaksi mainittiin, että mikäli otetaan uusi menetelmä, kuten Last Planner, käyttöön, on aliurakoitsijat myös velvoitettava menetelmän käyttöön.

5.2 Keinoja aikataulujen hallinnan kehittämiseen

5.2.1 Aikataulujen laadinta

Aikatauluihin on merkittävä suunnitellut resurssit aina näkyviin. Näin voidaan helpommin verrata, vastaako esimerkiksi työmaalla olevien työntekijöiden määrä suunniteltua. Resurssit on suunniteltava tarkasti ja niiden toteutumista on valvottava. Myös aliurakoitsijoiden töistä on arvioitava tarvittavat resurssit työn aikataulussa valmiiksi saattamiseen ja valvottava, että työmaalla on riittävä määrä työntekijöitä. Ei saa tyytyä aliurakoitsijan työmaalle saapumiseen vaan tämän suoritusta on valvottava säännöllisesti samalla tavalla kuten omiakin töitä. Resurssien lisäksi aikatauluun on merkittävä suunniteltu työsaavutus näkyviin aikataulujen valvontaa helpottamaan. Työsaavutus on merkittävä omille ja aliurakoitsijoiden tölle.

Yleisaikataulut ovat välillä turhan kireitä. Mikäli urakka-aika antaa myöten, ei aikataulusta kannata tehdä kovin tiukkaa. Lisäksi esimerkiksi puhtausluokka P1:n huomioiminen yleisaikataulua laatiessa on tärkeää. Myös kesälomat on huomioitava aikataulussa mahdollisuuksien mukaan. Haastatteluiden perusteella varsinkin heinäkuussa töiden valmistuminen ei tapahdu samaan tahtiin kuin muina kuukausina. Luonnollisesti asialle ei aina voi mitään vaan aikatauluista tehdään tiukkoja ulkopuolisten paineiden takia. Liian löysien aikataulujen tekeminen ei ole myöskään kannattavaa.

Rakentamisvaiheaikatauluja on hyvä laatia useammin kuin kohdeyrityksen työmailla on tapana. Rakentamisvaiheaikataulussa voidaan tarkastella tiettyä rakentamisen vaihetta tarkemmin kuin yleisaikataulussa, mutta sitä voidaan tarkastella rakentamisvaiheaikataulussa paremmin kokonaisuutena verrattuna viikkoaikatauluihin. Työvaiheiden jakaminen osakohteisiin on tärkeää. Lisäksi on tarkasteltava työryhmien päällekkäisyyksiä. Esimerkkityömailla, joilla oli aikataulu jaettu tarkemmin osakohteisiin pohjapiirustusta tai aluejakoa käyttämällä, todettiin, että aikataulua oli helpompi valvoa. Esimerkiksi laatoitustyöt on jaettava selkeisiin kokonaisuuksiin, joko kerroksiin tai huonetasolle. Rakentamisvaiheaikataulun yhdessä aliurakoitsijoiden ja työryhmien työnjohtajien kanssa tekeminen käännettynä vaiheaikatauluna on myös toimiva tapa sitouttaa eri osapuolet aikatauluun. Kun aikataulu on yhdessä laadittu, noudatetaan sitä tarkemmin. Kun aikataulu vielä laaditaan seinälle kaikkien näkyville, toimii se samalla visuaalisen ohjaustaulun osana.

Valmistelevaan suunnitteluun on hyvä panostaa nykyistä enemmän. Tämä parantaa suunnitelmien saatavuutta, kun niitä osataan pyytää ajoissa. Valmistelevaan suunnitteluun panostamalla voidaan ennaltaehkäistä myöhemmin ilmentyviä tuotannon ongelmia. Lisäksi kirjallisuuden perusteella valmistelevaan suunnitteluun panostaminen vähentää työmaan henkilökunnan kokemaa stressiä, mikä on hyvä asia. Valmistelevan suunnittelun osaksi

on hyvä ottaa aloitusedellytysmatriisi. Aloitusedellytysten varmistamisen lisäksi on kiinnitettävä huomiota tehtävien toteutumatta jäämisen syihin. Näistä on hyvä pitää listaa, jotta syyt saadaan oikeasti selville ja niihin voidaan puuttua paremmin.

Luonnollisesti resursseja lisäämällä saadaan aikataulujen hallintaa parannettua. Todellisuudessa henkilöitä ei voida lisätä työmaalle juuri sen enempää kuin miten nyt toimitaan. Resursseihin voidaan silti kiinnittää hieman enemmän huomiota. Varsinkin työmaan käynnistysvaiheeseen tarvitaan työmaainsinööriä. Jotta vastaava työnjohtaja voi keskittyä enemmän aikataulujen hallintaan ja voi esimerkiksi laatia yleisaikataulun työmaalle, tarvitaan työmaainsinööriä vähentämään vastaavan työnjohtajan työ määrää. Kohdeyrityksen työmaat ovat yleensä silti niin suuria, että työmaainsinööri on tarpeellinen myös myöhemmissä vaiheissa, mutta tehtävät voidaan tarvittaessa jakaa muun työmaahenkilöstön kesken.

Henkilöstön kouluttamista on harkittava yhtenä aikataulujen hallinnan parantamisen keinona. Haastatteluiden perusteella lisäkouluttaminen on tuonut selvää parannusta aikataulujen hallintakäytäntöihin. Tämän tutkimuksen perusteella ei voida kuitenkaan arvioida koulutuksen tarvittavaa määrää, mutta sen järjestämistä suositellaan.

Kohdeyrityksen on hyvä harkita uuden aikatauluohjelman käyttämistä nykyisen aikatauluohjelman sijasta. Kohdeyrityksen tällä hetkellä käyttämään aikatauluohjelmaan ei saada enää päivityksiä, mikä tekee sen tulevaisuuden kohtalosta epävarmempaa. Ohjelman hyvä puoli on, että se on ilmainen. Haastatteluiden perusteella siihen ei kuitenkaan olla täysin tyytyväisiä vaan ohjelman kerrotaan toimivan ajoittain huonosti ja kaatuilevan. Vaikka uusi ohjelma olisi myös itsessään ilmainen aiheuttaa siihen vaihto kuluja vähintään koulutuksen muodossa. Uuteen aikatauluohjelmaan siirtyminen vaatii lisätutkimusta, jotta voidaan valita, mitä uutta ohjelmaa voidaan suositella käytettäväksi. Uuden ohjelman tarkempi määrittely jää tämän diplomityön ulkopuolelle.

Kirjallisuuden perusteella Last Planner menetelmä ja Lean periaatteiden noudattaminen auttaisivat kohdeyritystä aikataulujen hallinnassa merkittävästi. Lisäksi kohdeyrityksen yhdellä työmaalla testattiin Last Planner menetelmää projektin viimeistelyvaiheessa ja todettiin menetelmä hyväksi. Silti nykyisistä aikataulujenhallintakäytännöistä Lean rakentamiseen ja Last Planner menetelmään vaihtaminen suoraan on liian suuri muutos. Yrityksen kulttuuriin ei kuulu, että työmaat pakotettaisiin toimimaan tarkasti samalla tavalla, vaan heille halutaan antaa mahdollisuus valita itse toimintatapansa. Last Planner menetelmän käyttöönottoa suositellaan myöhemmässä vaiheessa, kun muut aikataulujen hallintaa parantavat keinot on saatu vakiinnutettua käyttöön. Lean rakentamisen menetelmiin on silti hyvä tutustua. Esimerkiksi 5S on hyvä käytäntö jokaiselle työmaalle. Vaikkei se suoranaisesti liity aikataulujen hallintaan, sujuvoittaa se silti työmaalla työskentelyä. Haasteena yksittäisten työkalujen käyttöönotossa on niiden positiivisen vaikutuksen huomaamisen hankaluus alkuvaiheessa. Jatkuvan parantamisen ajattelutapa on silti hyödyllistä omaksua.

5.2.2 Aikataulujen valvonta

Kuten tutkittujen työmaiden ja haastatteluiden perusteella nähdään, on aikataulujen valvonnan vähyys suuri haaste aikataulujen hallinnassa kohdeyrityksellä. Aikataulujen valvontaa on tehtävä säännöllisemmin kuin sitä tutkimushetkellä tehdään. Työmaat on velvoitettava säännölliseen kirjallisessa muodossa tehtävään aikataulun valvontaan. Yleisaikataulusta on laadittava vähintään kerran viikossa seurantaviivallinen versio. Yleisaikatauluun on myös päivitettävä aikatauluun tehtävät muutokset. Työmaille halutaan antaa vapaus valvoa aikatauluja siinä muodossa, missä he parhaaksi näkevät, mutta valvonnan on tapahduttava sellaisessa muodossa, että siitä jää todiste, kuten aikataulu, johon on päivitetty työmaan toteutunut tilanne. Muun muassa henkilön sairastuminen tai muu vastaava tapahtuma vaikuttaa enemmän, jos tietoja ei ole saatavilla kirjallisessa muodossa. Tällä hetkellä aikataulujen valvontaa tehdään jana-aikatauluun seurantaviivan laatimisella, eikä tätä tapaa tarvitse muuttaa heti. Tämän lisäksi kannustetaan kuitenkin käyttämään muitakin valvontakeinoja, kuten vinjettiä tai paikka-aikakaaviota.

Työmaiden on sovittava, kuinka aikataulujen valvonta hoidetaan kesälomien aikana. Aikataulujen valvonta ei saa jäädä tekemättä kiireeseen vedoten, vaan siihen on panostettava nykyistä enemmän myös lomakausien aikana. Kesäloimat on hyvä suunnitella niin, että, mikäli mahdollista, on työmaalla aina useampi toimihenkilö töissä. Yleisaikataulun laadinta ja valvominen kuuluu lähtökohtaisesti vastaavalle työnjohtajalle, mutta tarpeen tullessa voidaan sopia muunlaisista järjestelyistä. Esimerkiksi työmaainsinööri voi auttaa aikataulujen hallinnassa. Muiden aikataulujen valvonnasta on sovittava työmaakohtaisesti. Työnjohtajien on valvottava oman vastuualueen töiden etenemistä ja niihin liittyviä aikatauluja.

Valvontavinjetti on hyvä tapa valvoa tuotannon etenemistä. Se on havainnollinen menetelmä. Luvussa 3.7 Aikataulujen valvonta ja poikkeamiin reagointi esiteltiin erilaisia vinjettejä ja sopiva vinjetti onkin hyvä valita aina työmaan tarpeiden mukaan. Eri rakentamisen vaiheissa voidaan käyttää myös erilaisia menetelmiä. Aikataulun valvonta on tehtävä mahdollisimman selkeäksi, jotta poikkeamiin voidaan reagoida riittävän aikaisin. Valvontavinjetti on hyvä pitää työmaalla paikassa, jossa se on kaikkien nähtävillä.

Toinen aikataulujen valvontaa helpottava aikataulumuoto on paikka-aikakaavio. Sen käyttöä on pyrittävä lisäämään mahdollisuuksien mukaisesti. Paikka-aikakaavion avulla nähdään työryhmien päällekkäisyydet. Haastatteluiden perusteella paikkaan perustuvaa aikataulua pidetään aikataulujen hallintaa helpottavana työkaluna. Se helpottaa työnjohtajien töitä tekemällä aikataulujen valvonnasta selkeämpää. Paikka-aikakaavion haasteeksi mainittiin kuitenkin aliurakoitsijoiden osaaminen. Aliurakoitsijat eivät välttämättä osaa lukea paikka-aikakaaviota. Paikka-aikakaavio soveltuu kuitenkin hyvin työnjohdon omaan käyttöön esimerkiksi rakentamisvaihe aikataulujen laatimiseen. Kolmas vaihtoehto aikataulujen valvomista helpottamaan on tuotantoaikakaavio. Sen avulla voidaan tarkastella esimerkiksi yksittäisten töiden edistymistä.

Mikäli huomataan, että aikataulusta on jääty jälkeen, on tähän reagoitava nykyistä nopeammin. Aikataulun aktiivinen valvonta auttaa poikkeamien ajoissa huomaamisessa. Kun poikkeama huomataan, on siihen reagoitava ja laadittava suunnitelma toimenpiteistä. Suunnitelma aikataulun kiinni ottamiseksi on tehtävä kirjallisessa muodossa. Suunnitelmasta on nähtävä, millä toimenpiteillä aikataulu saadaan kiinni ja missä vaiheessa tämä tapahtuu. Lisäksi on valvottava, kuinka suunnitelman toteutuminen onnistuu. Valvonnan avulla voidaan korjaustoimenpiteitä tarvittaessa muuttaa. Lisäksi aikataulua on hyvä muuttaa myös imuohjausperiaatteen mukaisesti. Mikäli jokin työ voidaan aloittaa aikaisemmin kuin yleisaikataulu osoittaa, on näin hyvä tehdä.

Lisä- ja muutostöitä tarjotessa on tärkeää verrata niiden vaikutusta aikatauluun. Varsinkin jos pieniä muutoksia ja lisätoita tulee paljon, on niiden yhteisvaikutusta arvioitava. Vaikka lisääjän vaatiminen ei ole miellyttävää, kannattaa se aikataulussa pysymisen puolesta tehdä. Lisätoille on vaadittava lisäaikaa aina tarpeen mukaan.

Kohdeyrityksessä hankinta-aikataulu on sisällytetty hankintasuunnitelmaan. Hankintojen aikataulut mainittiin myös kriittiseksi tekijäksi aikataulussa pysymisessä. Hankintojen osalta on merkittävä hankinta-aikatauluun hankintojen aikataulussa toteutuminen. Näin saadaan kerättyä lisää tietoa siitä, hoidetaanko hankinnat yleensä ajallaan. Hankintojen vaiheiden valmistumisen merkitsemisen harmaalla sijaan voidaan merkitä väreillä sen mukaan, tapahtuiko toimenpide suunnitellussa aikataulussa.

Kohdeyrityksellä on käytössä sisäiset auditoinnit, joita suoritetaan kolmesti työmaan aikana. Ne eivät liity pelkästään aikataulujen valvontaan, vaan enemmän oman toiminnan valvontaan. Auditointien osuus aikataulujen hallinnan osalta on päivitettävä. Auditointeissa on hyvät kohdat jo, mutta aikataulujen hallintaan liittyvää vaadittavaa tasoa on nostettava. Esimerkiksi yleisaikataulusta vaaditaan, että sitä on valvottu, mutta tätä on tarkennettava. Yleisaikataulun valvontaa on vaadittava kirjallisessa muodossa ja sitä on tehtävä säännöllisesti, vähintään kerran viikossa. Auditointien yhteydessä on myös tarkistettava, että viikkoaikatauluja on laadittu säännöllisesti ja ne on viety yrityksen järjestelmään koko työmaaorganisaation käyttöön. Lisäksi esimerkiksi suunnitelmatarveaikatauluun toteuman päivittäminen yrityksen ohjeiden mukaisesti on tärkeää, jotta mahdollisten erimielisyyksien ilmetessä voidaan valvontatietoa käyttää asioiden kulun toteuttamiseen. Auditointeja kehittämällä saadaan valvottua, että työmaat hoitavat aikataulujen valvontaa tarkemmin kuin nykyään. Lisäksi on harkittava uusien toimintatapojen kuten visuaalisten keinojen käytön velvoittamista auditointien yhteydessä.

5.2.3 Tuotannonohjaus

Visuaalisten keinojen käyttöä on lisättävä. Sekä kirjallisuuden että tutkimuksen empiirisen osuuden mukaan visuaaliset keinot auttavat tuotannon ohjaamisessa ja parantavat aikataulujen hallintaa. Teoriassa esitettiin kaksi erilaista visuaalista ohjaustaulua, jotka ko-

ettiin eräässä suomalaisessa korjausrakentamiseen keskittyvässä yrityksessä hyödylliseksi. Tähän tutkimukseen osallistuneella kohdeyrityksen työmaalla numero 3 käytössä ollut Last Planner menetelmään pohjautuvaa seinälle tehtyä aikataulua voidaan myös pitää visuaalisena ohjaustauluna. Kohdeyrityksen työmaiden on luotava visuaaliset ohjaustaulut työmaille näkyvään paikkaan. Visuaaliseen ohjaustauluun on lisättävä aikataulu kaikille näkyville. Tärkeintä ei ole, mitä visuaalisen ohjaamisen keinoa työmaa käyttää, vaan että käytössä on heille hyvältä tuntuva tapa. Tämän takia työmaa saa itse valita tapansa toteuttaa visuaalista ohjausta. Tärkeää visuaalisessa ohjauksessa on esittää mitkä ovat tavoitteet ja kuinka tavoitteeseen nähden edetään. Töihin ja aikatauluun voidaan suhtautua eri tavalla, kun ymmärretään nämä kunnolla. Varsinkin suuremmilla työmailla visuaalisen ohjauksen viestinnällinen tehtävä korostuu. Visuaaliset keinot lisäävät tuotannon läpinäkyvyyttä, mikä tehostaa tuotannonohjausta. Seinälle kaikkien näkyviin tuotu aikataulu toteutumätiedoilla luo sopivasti painetta kaikille osapuolille pysyä aikataulussa. Lisäksi näkyvillä oleva aikataulu on konkreettisempi.

Kohdeyrityksen aliurakkasopimuskäytäntöjä on hyvä hieman päivittää. Nykyinen malli ei tarjoa työmaalle riittävästi keinoja puuttua aliurakoitsijan töiden etenemiseen ennen kuin urakan on oltava valmis. Sopimukseen on kirjattava tarkemmin aikatauluvaatimukset. Mikäli se työn luonteeseen sopii, on töille hyvä asettaa raja, paljonko työsaavutuksen on minimissään oltava tai lisätä nykyistä enemmän välitavoitteita aliurakoitsijalle. Vaikka nykyiset urakkasopimus pohjat tarjoavat mahdollisuuden tiukempien aikataulujen tekemiseen, ei kohdeyrityksessä usein hyödynnetä tätä mahdollisuutta. Urakkasopimusten lisäksi aliurakoitsijaa on sitoutettava aikatauluun muillakin keinoilla, kuten aikataulun yhdessä laatimisella. Aliurakoitsijan osallistaminen aikataulun laadintaa lisää tämän aikatauluun sitoutuneisuutta. Haastatteluiden perusteella yhdessä tekemistä kannatetaan enemmän kuin pelkästään sopimusten kiristämistä, minkä takia aliurakoitsijoiden sitoutamisen muihin keinoihin on kiinnitettävä enemmän huomiota. Etenkin pienemmissä kohteissa sakoilla uhkailusta ei ole hyötyä, vaan aliurakoitsijoiden sitoutuminen aikatauluun täytyy tapahtua toisella tapaa.

5.3 Yhteenveto tuloksista

Tärkeintä kohdeyritykselle on aikataulujen valvontaan panostaminen. Säännöllisellä valvonnalla huomataan aikataulun poikkeamat nopeammin ja tehokkaammilla valvontakeinoilla saadaan aikataulujen valvonnasta helpompaa. Paremman valvonnan lisäksi aikatauluja on päivitettävä, kun niihin tehdään muutoksia. Tämän lisäksi myös aikataulun kiinniottosuunnitelmat on tehtävä kirjallisessa muodossa. Visuaalisen ohjaamisen lisäämisellä saadaan aikataululliset tavoitteet ja niiden toteutuminen viestittyä tehokkaammin kaikille työmaalla työskenteleville.

Lisäksi kohdeyritykselle on tärkeää paikka-aikakaavioiden ja valvontavinjettien käyttäminen valvonnassa apuna. Kohdeyrityksen on syytä vakiinnuttaa niiden käyttö osaksi työmaiden arkea. Rakennusvaihe aikatauluja on myös laadittava enemmän, aliurakoitsijat

sitoutettava aikatauluihin paremmin sopimusten tarkemmalla aikataulun määrittelyllä ja yhteisillä tavoitteilla sekä tarkastella lisä- ja muutostöiden lisääjantarpeita tarkemmin. Myös valmistelevaan suunnitteluun on syytä panostaa enemmän työnjohdon stressin ja kiireen vähentämiseksi. Työnjohdon töitä voidaan myös helpottaa laittamalla suunnitellut resurssit ja työsaavutus aikatauluihin näkyviin. Aikataulusuunnittelu paranee myös käyttämällä työmaainsinööriä työmaan käynnistysvaiheessa sekä suunnittelemalla kesälomakauden työnjaon tarkemmin.

6. TULOSTEN VIEMINEN KÄYTÄNTÖÖN

Jotta tässä diplomityössä tutkitut asiat tulevat kunnolla hyödyllisiksi kohdeyritykselle, koettiin, että on tärkeää myös suunnitella, kuinka uudet menetelmät viedään käyttöön. Tämän takia tässä luvussa käydään läpi ehdotuksia uusien toimintatapojen viemisestä osaksi työmaiden arkea. Uusia työkaluja käyttöönottaessa on tärkeää huomioida riittävä opastus sekä käytön valvonta. Tulosten vieminen käytäntöön on jaettu kolmeen osa-alueeseen: yleiseen ohjeistukseen, menetelmien ja työkalujen käyttöönottoon sekä sitoutukseen ja motivointiin. Diplomityön laajuuden rajoittavuuden takia tässä diplomityössä ei käydä uusien työkalujen käyttöönoton teoriaa läpi.

6.1 Yleistä aikataulujen hallinnan muutoksesta

Uusista aikataulujen hallinnan menetelmistä ja työkaluista on käyty keskustelua kohdeyrityksen kehityspäällikön kanssa. Hän on vienyt uutta laatujärjestelmää käyttöön, joten hänellä on hyvää kokemusta uusien toimintatapojen käyttöönotosta kohdeyrityksessä. Kehityspäällikkö korosti yrityksen toimihenkilöiden osaamisen olevan vaihtelevaa, joten heidän samaan aikaan kouluttaminen on haasteellista. Henkilöstön vaatima koulutus on hyvä suunnitella työmaakohtaisesti. Henkilökohtainen opetus on mahdollista ja toimiva tapa yrityksen pienehkön koon takia. Uusia menetelmiä voidaan ottaa käyttöön vastaavan työnjohtajan kokemuksen perusteella huomioiden myös muun työmaaorganisaation kokemus.

Toimihenkilöille on kerrottava, minkä takia uudet tavat otetaan käyttöön. Aikataulujen laatimisen ja valvonnan suhteen tehtävät työt tulevat muuttumaan, ja henkilöstön on ymmärrettävä, ettei kyse ole vain uusien lisäpapereiden täytöstä. Hyötyjä on korostettava, mutta myös haasteet on syytä tiedostaa. Lehtiniemi (2015) korostaa tutkimuksessaan motivaation synnyttämisen tärkeyttä kehitystyössä. Uuden oppimisen lähtökohtana voidaan pitää motivaatiota, johon vaikuttaa uusien työkalujen käytön mielekkyys sekä niiden hyödyllisyys (Lehtiniemi 2015). Myös kohdeyrityksen kehityspäällikkö korosti, että uusien toimintatapojen on helpotettava työmaiden arkea, jotta ne vakiintuvat käyttöön.

Firan testityömaan uusien aikataulunhallintamenetelmien käyttöönoton kokemusten perusteella työpäälliköiden koulutus on erittäin tärkeässä roolissa, jotta kannustus uuteen menetelmään saadaan ylhäältä päin (Lahti 2014). On tärkeää varmistaa, että työpäälliköillä on riittävästi tietoa uusista toimintatavoista ja he ovat sisäistäneet käyttöönoton prosessin.

Last Planner menetelmän käyttöönoton haasteita tarkasteltaessa on eniten esiintyneiksi haasteiksi nostettu yleinen muutoksia vastustava ilmapiiri tai ”näin se on aina tehty”-

asenne, sitoutuneisuuden puute tai negatiivinen asenne uutta menetelmää kohtaan, ja kolmantena ihmisresurssien puute: ei osata tai ymmärretä uutta menetelmää. (Fernandez-Solis et al. 2013) Toisen Last Planner menetelmän käyttöönottokokemusten perusteella ihmiset voivat vastustaa hyväksi kokemistaan toimintatavoista luopumista varsinkin, jos uusi menetelmä on tuntematon. Koulutuksen merkitys korostuu uusien toimintatapojen käyttöönotossa. On tärkeää kiinnittää huomiota varsinkin henkilöstön motivoimiseen. Työmailla koettiin, että uusien menetelmien käyttöönoton on hyvä olla pakollista, mutta toisaalta henkilöstön hyväksi todetuista toimintatavoista ei haluta luopua. Aliurakoitsijoiden koulutus ja mukaanotto koettiin haastavaksi, mikäli työmaan henkilöstö ei ollut itse sitoutunut uuteen menetelmään. (Lahti 2014)

Myös kohdeyrityksen edellisten uusien toimintatapojen käyttöönotosta oli samanlaisia kokemuksia. Vanhoista hyväksi koetuista toimintatavoista ei haluta luopua. Toisaalta kaikille yhteistä toimintatapaa pidetään selkeämpänä. Toimihenkilöiden kertomusten perusteella yhtenäiset käytännöt helpottavat toimintaa uusien työmaiden alkaessa ja työmaaorganisaatioiden muuttuessa. Vaikka kohdeyrityksen kulttuuriin kuuluu, että työmaat saavat itse vaikuttaa paljon toimintatapoihinsa, on työmaita ohjattava kohti yhteistä toimintatapaa myös aikataulujen hallinnassa.

Uusien menetelmien käyttöönotossa on kyse enemmän ihmisten kuin asioiden johtamisesta. Ihmisten johtamisessa on kiinnitettävä huomiota kommunikointiin ja riittävään tiedottamiseen. Muutoksesta on puhuttava avoimesti kaikille osapuolille. Avoimuus myös vähentää yksilöiden muutosvastarintaa. Yksilöiden muutosvastarintaa voidaan vähentää myös ottamalla henkilöstö mukaan kehitystoimintaan sekä runsaalla vuorovaikutuksella ja tiedottamisella. Koska yksilöiden luonne ja historia vaikuttavat paljon heidän suhtautumiseensa, on yrityksen tunnistettava yksilöt, jotka voivat edesauttaa muutoksessa. (Lehtiniemi 2015)

Koulutusta on järjestettävä yrityksen sisällä, mutta myös ulkoista koulutusta on syytä harkita tapauskohtaisesti. Erilaisia aikataulujen hallintaan liittyviä kursseja järjestetään ja niille voidaan lähettää halukkaita. Yrityksen toimihenkilöiden koulutusta voidaan suunnitella ja järjestää yksilön tarpeet huomioiden, sillä yrityksen toimihenkilöiden määrä on kohtuullinen tähän. Koulutuksessa on silti avainasemassa työmaisen alkaessa uusien menetelmien käyttöön liittyvät yrityksen sisäiset koulutukset. Uusia menetelmiä käyttöön otettaessa on hyvä pitää käyttöönoton aloitustilaisuus, jossa henkilökuntaa voidaan kouluttaa. Tämän lisäksi työmaata on tuettava uusien menetelmien käytön jatkamisessa ja opastettava haasteiden ilmentyessä.

Käytössä olevat apuvälineet, resurssit, kyvyt ja muiden antama tuki vaikuttavat paljon yksilön motivaatioon uuden menetelmän käyttöönotossa (Lehtiniemi 2015). On tärkeää varmistaa, että koulutuksen lisäksi henkilöillä on riittävästi materiaalia asioiden kertamiseen tai itsenäiseen opiskeluun. Uusien menetelmien kokonaisuuden hahmottamista helpottamaan voidaan luoda prosessikaavio.

Hyväksi havaittuja käytäntöjä on jaettava säännöllisesti työmaiden ja henkilöiden kesken. Yrityksellä on käytössä kehityspalaverit, joissa keskitytään toiminnan kehittämiseen ja joissa työmaat voivat oppia toisiltaan. Myös aikataulujen hallinnan hyväksi havaittuja keinoja on käytävä näissä läpi. Lisäksi on etsittävä muita väyliä tiedonjakoon, sillä nämä palaverit eivät tavoita kaikkia toimihenkilöitä. Yrityksen tietojärjestelmään on kerättävä esimerkkejä toimivista käytännöistä, jotta kaikilla on mahdollisuus tarkastella niitä ja oppia niistä.

6.2 Uusien menetelmien ja työkalujen käyttöönotto

Aina työmaan alussa on käytävä keskusteluja uuden työkalun käyttöönotosta ja kouluttaa henkilökuntaa. Uusien työkalujen käyttöönotto halutaan tehdä työmaakohtaisesti riippuen kyseessä olevasta projektiorganisaatiosta. Kohdeyrityksen henkilöstöllä on vaihtelevasti kokemusta liittyen aikataulujen hallintaan. Lisäksi resurssit uuden opiskeluun eivät riitä kaiken kerralla opettelemiseen, joten menetelmien käyttöönotto tehdään vaiheistettusti. Uusiin menetelmiin on kannustettava jatkuvasti ja jaettava tietoa onnistuneista kokemuksista.

Heti käyttöön otettavia muutoksia ovat seuraavat:

- Aikatauluja laatiessa on suunnitellut resurssit ja työsaavutukset laitettava aikatauluun näkyville.
- Aikataulujen valvontaa on suoritettava säännöllisesti kerran viikossa. Ajatusten tasolla valvominen ei riitä vaan valvontatieto on päivitettävä aikatauluun kirjallisessa muodossa. Valvontatavan saa työmaa valita itse.
- Aikataulujen muutoksiin on reagoitava päivittämällä aikataulua. Esimerkiksi, jos tehtävien paikkoja vaihdetaan, on tämä päivitettävä aikatauluun. Mikäli aikataulusta jäädään jälkeen, on laadittava sen kiinniottosuunnitelma kirjallisessa muodossa. Kiinniottosuunnitelman toteutumista on valvottava tarkasti.
- Visuaalisten ohjauskeinojen käyttöä on lisättävä.

Heti käyttöön otettavat uudet tavat on otettava käyttöön viimeistään aina uuden työmaan alkaessa. Niiden käyttöönottoa suositellaan myös työmaille, jotka ovat nyt alkuvaiheessa tai kestävät vielä pitkään. Työmaan alkaessa on työmaan henkilökunnalle kerrottava uusista toimintatavoista ja opettaa heille uudet käytännöt. Viimeistään ensimmäisen sisäisen auditoinnin yhteydessä on varmistettava, että jokainen työmaalla työskentelevä toimihenkilö on ymmärtänyt uudet käytännöt ja osaa toimia niiden mukaisesti. Aikataulujen valvontaan liittyen työmaan on sovittava, kuinka aikataulujen valvonta hoidetaan kesälomien aikana. Aikataulujen valvonta ei saa jäädä tekemättä kesälomista huolimatta.

Lisäksi auditoinnit on päivitettävä vastaamaan uutta tarvetta. Auditointien päivitys on hyvä tehdä useampaan otteeseen. Aikataulujen hallinnan parantuessa on vaatimustasoa

nostettava pikkuhiljaa. Heti käyttöön otettavia tapoja on vaadittava auditointien yhteydessä tästä eteenpäin.

Kohdeyrityksen on selvitettävä, millaista henkilöstön osaaminen on liittyen visuaalisiin keinoihin tuotannonohjaukseen sekä aikataulujen hallintaan. Tämän avulla saadaan kattavampi kuva koulutuksen tarpeesta liittyen visuaalisiin ohjauskeinoihin. Työmaiden on käytettävä enemmän visuaalisia ohjauskeinoja. Aluksi työmaa saa itse valita, millaista visuaalista keinoa he kokeilevat. Työmaan on koottava visuaalinen ohjaustaulu näkyvään paikkaan. Visuaalisten keinojen käyttöönottoa varten työmaille on annettava koulutusta työmaan alkaessa. Visuaalisen ohjaustaulun laatimisen kokemuksia ja hyviä käytäntöjä on jaettava työmaiden kesken, jotta tieto ja osaaminen aiheeseen lisääntyvät kaikilla. Kun visuaalisten keinojen käytöstä saadaan enemmän kokemusta, on yrityksen käytännöt yhtenäistettävä näidenkin suhteen.

Visuaalisten keinojen käytön osaamisen lisäksi on selvitettävä hankintojen aikataulussa pysymisen taso. Hankinta-aikataulun päivittämistavat on otettava uuden työmaan alkaessa käyttöön. Kun hankintojen toteutumisesta on saatu riittävästi tietoa, on hankintaprosessin mahdollisesti tarvitsemia toimenpiteitä arvioitava uudelleen.

Pikkuhiljaa käyttöön otettavia muutoksia ovat:

- Paikka-aikakaavioiden ja valvontavinjettien laatiminen ja käyttäminen valvon-
nassa
- Valmistelevan suunnittelun lisääminen
- Rakentamisvaihe aikataulujen laatiminen
- Aliurakoitsijoiden parempi aikatauluihin sitouttaminen
- Lisä- ja muutostöiden lisääjantarpeen parempi arviointi

Näistä paikka-aikakaavioiden ja vinjettien laatiminen ja käyttö voivat vaatia enemmän työmaahenkilökunnan kouluttamista. Sitä on tarjottava työmaiden tarpeiden mukaisesti. Niiden käyttöön on hyvä kannustaa jo heti, mutta niiden käyttöön velvoittamisen on tappeluttava, kun heti käyttöön otettavat uudet tavat ovat vakiintuneet. Paikka-aikakaavio ja vinjetit toimivat eri tarkoituksiin, joten niiden molempien käytön opettelemista on vaadittava. Kun paikka-aikakaaviota ja vinjettiä osataan sujuvasti käyttää, on näiden käyttö suositeltavaa ja tarpeellista lähes joka hankkeessa.

Valmistelevaan suunnitteluun liittyen on varmistettava, että työnjohtajat osaavat laatia tehtäväsuunnitelmia. He, jotka eivät ole laatineet tehtäväsuunnitelmia, on velvoitettava laatimaan vähintään yksi tehtäväsuunnitelma seuraavan kahden työmaan aikana. Tehtäväsuunnitelman tekoon on varattava riittävästi apuja, mikäli työnjohtajat näitä tarvitsevat. Valmistelevaan suunnitteluun liittyen on yrityksen kehitysryhmän laadittava aloitusedel-

lytysmatriisipohja yritykselle. Valmiin pohjan avulla työmaat voivat ottaa aloitusedellytysmatriisin osaksi toimintaansa ja liittää sen esimerkiksi osaksi työmaan visuaalista ohjaustaulua.

Rakentamisvaihe aikataulujen laatimisen jana-aikatauluina voidaan olettaa sujuvan jo työmailta. Niiden enemmän laatimiseen on kannustettava. Rakentamisvaihe aikatauluja on hyvä laatia käännettyinä vaihe aikatauluina. Käännettyjä vaihe aikatauluja on laadittava vähintään yksi työmaata kohden. Auditointien yhteydessä on tarkistettava, että rakentamisvaihe aikatauluja on laadittu käännettyinä vaihe aikatauluina.

Nykyinen sopimuspohja tarjoaa jo mahdollisuuden tiukempaan aikataulujen välitavoitteiden laatimiseen. Sopimuspohjien päivittämistä tärkeämpää on, että työmaat ymmärtävät, miten aikataulu on kirjattava sopimukseen ja minkä takia sen tarkempi kirjaaminen on tärkeää. Työmaita on koulutettava asian suhteen. Kun sopimuspohja päivitetään seuraavan kerran, on ohjeosioon lisättävä muistutus välitavoitteiden lisäämisestä tai muulla tavalla korostaa välitavoitteiden tärkeyttä. Välitavoitteita on pyrittävä lisäämään pikkuhiljaa, kun aikataulujen hallintakeinot kehittyvät muutenkin. Välitavoitteista on sovittava aliurakoitsijan kanssa yhdessä. Aliurakoitsijoiden ohjaamisen muita keinoja, kuten yhteistyötä aikataulujen laatimisessa, on lisättävä samaan tahtiin tai aikaisemmin kuin sopimusten aikatauluvaatimusten tiukentamista. Painopiste on pidettävä yhteistyön lisäämisessä. Työmaita on kannustettava yhteistyön lisäämiseen, sillä varsinkin aluksi on vaikea sanella kaikille sopivia keinoja.

Lisä- ja muutostöiden lisääjän pyytäminen helpottuu, kun aikataulujen hallinta kehittyy. Ajantasaisilla aikatauluilla ja valvontatiedoilla voidaan osoittaa lisääjän tarve. Lisä- ja muutostöiden hallinnasta vastaavan henkilön on arvioitava lisääjän tarve lisä- ja muutostyökohtaisesti sekä kokonaisuutta ajatellen. Lisäksi tehokkaamman valmisteleavan suunnittelun avulla voidaan huomata tulevia muutostarpeita tai lisätöitä. Lisä- ja muutostöiden hallinnasta on käytävä keskustelua työmaan kanssa työmaan alkaessa tai auditointien yhteydessä.

Pieni työmaa saa helpotuksia uusien toimintatapojen käyttöönotossa, sillä siellä on vähemmän henkilöitä käytettävissä. Pieneksi työmaaksi määritellään tässä tapauksessa työmaat, joilla on kaksi toimihenkilöä tai vähemmän. Lisäksi pienemmällä työmaalla tiedon jakaminen on helpompaa suullisesti, joten esimerkiksi visuaalisesta ohjaustaulusta ei saada yhtä paljon hyötyä kuin suuremmalla työmaalla. Myös pienen työmaan on silti hoidettava aikataulujen valvontaa säännöllisesti kirjallisessa muodossa sekä tarkasteltava resursseja ja työryhmien päällekkäisyyksiä aikatauluja laatiessa. Valvonnan lisäksi aikataulun poikkeamiin reagointi on yhtä tärkeää pienellä kuin isommalla työmaalla. Pienemmällä työmaalla voidaan silti ottaa uusia keinoja käyttöön vähemmän kerrallaan.

Erillisenä projektina on selvitettävä nykyisen aikatauluohjelman tilanne ja vaihtoehtoiset ohjelmat. Kohdeyrityksessä aikatauluohjelman, jota käytetään muun muassa yleisaikataulun tekoon, vaihtoa on hyvä harkita. Yrityksen on valittava henkilö selvittämään, mikä aikatauluohjelma sopisi yritykselle paremmin kuin nykyinen. Vaikka selvitystyön suhteen ei vielä ole kiire, on se syytä tehdä viimeistään parin vuoden sisällä.

Last Planner menetelmän käyttöönottoa on arvioitava uudestaan, kun muut tässä työssä mainitut aikataulujen hallinnan keinot on saatu vakiinnutettua käyttöön. Vaikka vaikuttaa, että menetelmä auttaisi huomattavasti yrityksen aikataulun hallinnassa, olisi muutos heti toteutettavana liian suuri. Leanin soveltaminen on helpompaa, kun myös muut organisaatiot noudattavat sitä. Viimeistään, kun useammalta tilaajaorganisaatiolta tulee vaatimus Lean rakentamisen soveltamiseen, on Last Planner menetelmä ja muut Lean työkalut suotavaa ottaa käyttöön koko kohdeyrityksessä. Last Planner menetelmän käyttöönotto on suunniteltava sitten erikseen.

6.3 Sitoutus ja motivointi

Suurimmat haasteet kohdeyrityksessä uusien aikatauluhallintakeinojen käyttöönotossa ovat motivaatio ja osaaminen, joten niihin on kiinnitettävä erityisesti huomiota. Yrityksestä on syytä valita yksi tai useampi henkilö, joka sitoutetaan projektiin ja koulutetaan aikataulujen hallintaan liittyen erittäin hyvin. Henkilöksi on hyvä valita aiheesta kiinnostunut ihminen, jotta sitouttaminen projektiin onnistuu. Tämä henkilö tulee vierailemaan työmailla, joissa uusia tapoja otetaan käytäntöön ja huolehtii, että työmaan henkilöstö ymmärtää, miksi uusia tapoja kokeillaan ja miten heidän on toimittava.

Muutoksen kannalta on tärkeää myös johdon kouluttaminen asian suhteen. Yrityksen johdon asenteet vaikuttavat yrityksessä vallitsevaan kulttuuriin, sillä he ohjaavat muiden toimintaa asenteillaan ja esimerkillään. Johdon on ymmärrettävä Lean ajattelutavan periaatteet ja sitouduttava muutokseen, mikäli sen halutaan tapahtuvan. (Merikallio & Haapasalo 2009) Vaikka yrityksessä ei lähdetä ottamaan Leania ainakaan aluksi käyttöön, pätevät samat periaatteet myös tässä tapauksessa. Johtavassa asemassa toimivien ihmisten on ymmärrettävä muutos. Tämän takia kohdeyrityksen johdolle järjestetään oma koulutustilaisuus, jossa esitellään tämän diplomityön tulokset.

Henkilöstön lisäkouluttamista suositellaan. Tutkimuksen empiirisen osion perusteella lisäkouluttaminen lisäsi motivaatiota aikataulujen hallintaan. Kiinnostuksen ja osaamisen lisääntymisen vuoksi aikataulujen hallintakeinoja käytettiin tehokkaammin. Jos henkilöstöä ei haluta kouluttaa kurssien avulla, on heille varattava riittävästi materiaalia itsenäiseen opiskeluun. Vaikka lisätietoa löytyy myös itse etsimällä, on hyvä taata tiedon saanti vähäisellä vaivalla. Materiaalia on hyvä jakaa sähköisessä ja fyysisessä muodossa riippuen työmaaorganisaatiosta. Silti pelkästään itsenäiseen opiskeluun ei sovi luottaa, sillä siihen voi olla liian vaikeaa priorisoida aikaa. Uuden työmaan alkamisen yhteydessä on järjestettävä opetusta työmaaahenkilökunnalle uusien menetelmien ja työkalujen käyttöön.

Kaikkia tapoja ei tarvitse omaksua kerralla, sillä halutaan, että niistä syntyy rutiini henkilöstölle. Uusia tapoja ja menetelmiä lisätään vähitellen kehityksen jatkumisen varmistamiseksi.

7. JOHTOPÄÄTÖKSET

Aikataulujen hallinnassa on tärkeää laatia realistisia aikatauluja, valvoa niiden toteutumista säännöllisesti sekä reagoida poikkeuksiin mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Aikataulujen laadinnan ja valvonnan lisäksi aikataulujen hallintaan liittyy oleellisesti tuotannonohjaus.

Tutkimuksessa tutustuttiin aikataulujen hallintaan kirjallisuuden avulla sekä selvitettiin kohdeyrityksen nykyisiä aikataulunhallintakäytännöt neljän tutkittavan työmaan avulla täydentäen työmaiden dokumenteista saatuja tietoja haastattelemalla työmaiden vastaavat työnjohtajat ja työpäälliköt. Tutkimuksessa selvisi, että kohdeyrityksen on panostettava enemmän aikataulujen valvontaan sekä lisättävä visuaalisten ohjauskeinojen käyttöä. Kaikki kohdeyrityksen aikataulujen hallintaa parantavat toimenpiteet on esitetty kuvassa 29.

Aikataulujen hallinnan kehittämistoimenpiteet		
<p><u>Laadinta:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Suunnitellut resurssit & työsaavutus näkyviin • Enemmän rakentamisvaihe aikatauluja • Paikka-aikakaavio jana-aikataulun toteutuskelpoisuuden varmistamisessa • Ongelmien ratkaisesta ennakkointiin valmistelevan suunnittelun avulla • Työmaainsinööri helpottamaan työmaan alun kiireitä • Uusi aikatauluohjelma • Last Plannerin ja Leanin ajatusten omaksunta 	<p><u>Valvonta:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Säännöllinen valvonta kirjallisessa muodossa • Työnjako kesälomien aikana • Valvontavinjettien käyttö • Paikka-aikakaavioiden käyttö • Reagointi poikkeuksiin ja muutosten päivittäminen aikatauluun • Aikataulun kiinniotosuunnitelmat kirjallisessa muodossa • Lisä- ja muutostöiden hallinta • Hankinta-aikataulun toteutumisen valvonta 	<p><u>Tuotannonohjaus:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Visuaalinen ohjaustaulu työmaalle kaikkien nähtäville • Visuaalisten keinojen käytön lisääminen ylipäätään • Välitavoitteiden tai työsaavutuksen kirjaaminen sopimuksiin • Enemmän yhteistyötä aliurakoitsijoiden kanssa • Auditoinneissa tiukemmat vaatimukset aikataulujen hallintaan liittyen

Kuva 29: Aikataulujen hallinnan kehittämistoimenpiteet kohdeyrityksessä.

Tutkimuksessa selvitettiin myös kuinka aikataulujen laadinta- ja valvontajärjestelmään suositeltavat muutokset voidaan viedä käyttöön kohdeyrityksessä. Kehittämistoimenpiteet täytyy viedä käyttöön vaiheittain uusien aikataulujen hallintakäytäntöjen rutiineiksi muuttamiseksi. Uusia työkaluja ja toimintatapoja otetaan käyttöön aina uuden työmaan alkaessa vähän kerrallaan. Käyttöönnotossa on tärkeää huomioida henkilöstön motivointi sekä kouluttamisen laatu.

Aikataulujen hyvä hallinta on tärkeää keskisuurelle rakennusyritykselle. Aikatauluissa pysyminen vaikuttaa kustannuksiin, laatuun sekä myös työnjohdon ja työntekijöiden viihtyvyyteen. Rakentaminen on miellyttävämpää ja vähemmän stressaavaa, kun työt ovat paremmin hallussa eikä niitä tarvitse tehdä jatkuvassa kiireessä. Hyvällä aikataulujen hallinnalla voidaan työmaan johtamisessa kiinnittää huomiota enemmän ennakointiin ongelmien ratkomisen sijasta. Rakennushankkeet saadaan rakennettua tehokkaammin, mikäli aikataulujen hallinta on hyvin hallussa. Lisäksi laadukas rakentaminen on helpompaa, kun kiirettä on vähemmän. Laadukas rakentaminen vaikuttaa yrityksen maineeseen ja menestymiseen pitkällä tähtäimellä. Koska aikataulujen hallinta vaikuttaa myös rakentamisen laatuun, on sillä sitä kautta merkitystä myös koko yhteiskunnalle terveellisten rakennusten kautta.

7.1 Tutkimuksen onnistuminen

Työn tarkoituksena oli analysoida nykyisiä aikataulunhallintatapoja, luoda uusi aikataulujen laadinta- ja valvontajärjestelmä, sekä suunnitella, kuinka uusi aikataulunhallintajärjestelmä viedään käytäntöön. Nykyisiä aikataulunhallintatapoja saatiin analysoitua hyvin, vaikka tutkimuksen edetessä huomattiin asioita, jotka on vielä hyvä selvittää. Työnjohdon osaamista on kartoitettava valvontavinjettien ja paikka-aikakaavioiden laatimisen suhteen. Lisäksi on selvitettävä, kuinka hyvin visuaalisten ohjauskeinojen käyttö onnistuu työmailta ja kuinka tarkasti hankinnat toteutuvat suunnitellun aikataulun mukaisesti. Uutta aikataulujen laadinta- ja valvontajärjestelmää varten löydettiin nykyisiin toimintatapoihin selkeät kehityskohteet, joihin kohdeyrityksen on panostettava enemmän. Uudet toimintatavat halutaan vakiinnuttaa käyttöön lisäämällä vähitellen uusia menetelmiä ja työkaluja osaksi työmaan arkea. Käyttöönoton tarkempaa suunnittelua jatketaan tämän diplomityön ulkopuolella. Käyttöönottoa halutaan suunnitella työmaaorganisaatio kohtaisesti aina uuden työmaan alkaessa, joten on luontevaa jättää tarkempi suunnittelu diplomityön ulkopuolelle. Käyttöönotossa on tärkeää varmistaa osaamisen riittävyys koulutamisella sekä kiinnittää huomiota motivointiin.

Haastattelu antaa aina epätäydellisen kuvan asiasta, sillä menetelmänä haastattelut ovat alttiita virheille. Haastattelija voi esimerkiksi johdatella haastateltavaa väärin. Tässä tutkimuksessa haastatteluiden tekijä oli ensikertalainen, vaikka olisi parempi, että haastattelijalla olisi kokemusta haastattelukysymysten suunnittelusta ja haastatteluiden pitämisestä. Haastateltava voi myös haluta antaa paremman kuvan asiasta kuin mitä todellisuus on. Lisäksi haastateltavia oli hyvin pieni määrä eli vain kuusi henkilöä. Tämä johtui kohdeyrityksen pienestä koosta, sekä tutkimukseen otettujen työmaiden määrästä. Kohdeyritys ehdotti tutkimukseen otettavat työmaat ja samalla haastateltavat henkilöt. Haastateltavia ei valittu sattumalta vaan kriteerinä oli kiinnostus aihetta kohtaan ja suostumus tulla haastateltavaksi. Tutkimuksessa haastateltiin kuitenkin kaikki pääkaupunkiseudun työpäälliköt. Suurempi määrä tutkittavia työmaita ja haastateltavia parantaisi tutkimuksen

luotettavuutta. Tutkimuksesta olisi myös saanut yleispätevämmän kohdistamalla tutkimuksen useampaan yritykseen.

Tutkimusta voidaan pitää onnistuneena, sillä sen avulla saatiin tärkeä kehitysprojekti kohdeyrityksessä hyvin käyntiin ja tutkimuksen avulla onnistuttiin vastaamaan kohdeyrityksen kysymykseen. Tutkimus saatiin myös suoritettua suunnitellussa aikataulussa. Luonnollisesti tutkimuksessa on parantamisen varaa, kuten esimerkiksi haastattelut voisi tehdä hieman paremmin, jos ne tekisi nyt toista kertaa. Tutkimuksen empiirinen osio käsitteli aihetta vain yhden rakennusyrityksen näkökulmasta, joten sen tuloksia ei voida yleistää koskemaan koko Suomen rakennusala.

7.2 Jatkotutkimusaiheet

Luonnollisesti tässä työssä esitettyjä kehitystoimenpiteitä on testattava kohdeyrityksessä, sillä niitä ei ole voitu testata diplomityöhön varatussa ajassa. Kohdeyrityksen on hyvä selvittää tutkimuksen yhteydessä ilmenneet lisäkysymykset henkilöstön osaamiseen liittyen sekä kuinka hyvin hankinnat toteutuvat suunnitellussa aikataulussa. Lisäksi kohdeyrityksen on hyvä tutkia nykyisen aikatauluohjelman vaihtamista toiseen aikatauluohjelmaan. Työ loi hyvän pohjan aikataulujen hallinnan kehitysprojektille, joka tulee jatkuamaan kohdeyrityksessä.

Tässä diplomityössä tutkittiin, miten keskisuuren rakennusyrityksen on hoidettava aikataulujen hallinta. Edelleen voitaisiin tarkastella, millä tavalla aikataulusta viivästyminen tai kiire vaikuttavat kustannuksiin. Kustannusten ymmärtäminen helpottaa myös aikataulujen hallinnan parantamisen motivoinnissa. Lisäksi voitaisiin selvittää, kuinka rakennuttajaorganisaatiot voisivat edesauttaa aikataulujen hallinnassa. Esimerkiksi olisi mielenkiintoista selvittää, voitaisiinko Lean rakentamisen menetelmiä, kuten Last Planner menetelmä, ottaa käyttöön helpommin, jos rakennuttaja sitä vaatisi ja olisiko sen käyttöön ottaminen sillä tavalla kannattavaa.

LÄHTEET

Ahiakwo, O., Oloke, D., Suresh, S. & Khatib, J. (2013) A case study of Last Planner System implementation in Nigeria.

Alastalo, T. (2014) Aikataulullisen tuotannonohjauksen kehittäminen suuressa korjausrakennushankkeessa. Diplomityö. Tampereen Teknillinen Yliopisto.

AlSehaimi, A. O., Fazenda, P. T. & Koskela, L. (2014) Improving construction management practice with the Last Planner System: a case study. *Engineering, Construction and Architectural Management*, vol. 21, no. 1, pp. 51-64.

Cerveró-Romero, F., Napolitano, P., Reyes, E. & Teran, L. (2013) Last Planner System® and Lean Approach Process®: Experiences from implementation in Mexico. 21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction 2013, IGLC 2013. Sivut 645-654.

Ćwik, K. & Rosłon, J. (2017) Last planner system in construction

East, E.W. (2015), Critical path method tutor for construction planning and scheduling, McGraw-Hill Education LLC, New York, N.Y., USA. Saatavissa: <https://www-access-engineeringlibrary-com.libproxy.tuni.fi/browse/critical-path-method-cpm-tutor-for-construction-planning-and-scheduling> Viitattu 16.2.2019

Fernandez-Solis, J. & Al. (2013) Survey of Motivations, Benefits, and Implementation Challenges of Last Planner System Users. American Society of Civil Engineers, USA.

Gao, S. & Low, S.P. (2014) Lean Construction Management, Springer Verlag, DE.

Hakkarainen, S. (2015) Aliurakoitsijaohjaamisen työkalut tuotantovaiheessa. Oulun seudun ammattikorkeakoulu, Oulu.

Junnonen, J-M. (2010) Talonrakentamishankkeen tuotannonhallinta. Suomen Rakennusmedia Oy. Helsinki.

Koivunen, T. (2016) Lean -periaatteiden soveltaminen perustajaurakoinnin prosesseissa. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Tampere.

Koskela, L. & Koskenvesa, A. (2003) Last Planner -tuotannonohjaus rakennustyömaalla. VTT. Espoo.

Koskela, L., Koskenvesa, A. & Sipi, J. (2013). Työmaan toimiva tuotannonohjaus: Opas Last Planner™ -menetelmään. 3. p. [Helsinki]: Rakennusteollisuuden kustannus.

Koskenvesa, A. & Sahlstedt, S. (2017) Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Rakennustieto Oy, Helsinki.

Lahti, J. (2014) Rakennushankkeen integroiva tuotannonohjausmenetelmä. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Tampere.

Lean Construction Institute Finland (n.d. a) Mitä on Lean? Saatavissa: <http://lci.fi/mita-on-lean-rakentaminen/> Viitattu 08.11.2018

Lean Construction Institute Finland (n.d. b) Lean-rakentamisen hyödyt. Saatavissa: <http://lci.fi/lean-rakentamisen-hyodyt/> Viitattu 08.11.2018

Lean Construction Institute Finland (n.d. c) Integroidut toteutusmuodot edistävät Lean-ajattelua. Saatavissa: <http://lci.fi/toteutusmuodot/> Viitattu 08.11.2018

Lean Construction Institute Finland (2015 a) Tahtiaikatuotanto uudistaa tuotannonohjauksen. Saatavissa: <http://lci.fi/blog/menetelmakortti/tahtiaikatuotanto/> Viitattu 26.02.2019

Lean Construction Institute Finland (2015 b) Työkaluja visuaaliseen tuotannonohjaukseen Constissa. Saatavissa: <http://lci.fi/blog/tuloskortti/visuaalisen-tuotannonohjauksen-tyokalut/> Viitattu 15.11.2018

Lehtiniemi, T. (2015) Uusien tuotannonohjausmenetelmien käyttöönotto korjausrakennushankkeessa. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Tampere.

Merikallio, L. & Haapasalo, H. (2009). Projektintuotantojärjestelmän strategiat kehittämiskohteet kiinteistö- ja rakennusosalalla. Rakennusteollisuus RT, Helsinki. 43s

Merikallio, L. & Sormunen, P. (2018) LCI Valmennus – Tehokas Big Room. Saatavissa: <http://lci.fi/wp-content/uploads/2018/05/LCI-valmennus-Tehokas-Big-Room-final.pdf> Viitattu 14.03.2019

Phillippi, N. (2017) What is 5S? Lean Manufacturing Simplified Saatavissa: <https://clientsfirst-tx.com/5s-lean-manufacturing-simplified/> Viitattu 16.3.2019

Rakennus Oy Antti J. Ahola (n.d.) Rakennus Oy Antti J. Ahola. Saatavissa: <http://www.rakennusajahola.fi/> viitattu 29.10.2018

Rakennustieto Oy (1998) RT 16-10660, Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. Rakennustieto Oy.

Rakennustieto Oy (2010) Ratu S-1228 Rakentamisen tehtäväsuunnittelu. Saatavissa: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20S-1228> viitattu 15.11.2018

Rakennustieto Oy (2012) Ratu S-1231 Korjausrakentamisen tuotannonsuunnittelu. Saatavissa: <https://kortistot.rakennustieto.fi/resource/juha/content/17462#page=1> viitattu 27.1.2019

Rakennustieto Oy (2015) RATU KI-6028, Aikataulukirja 2016.

Rakennustietosäätiö RTS (2016) RT 10-11225 Talonrakennushankkeen kulku: Rakennushankkeen kesto ja aikataulut. Saatavissa: <https://kortistot-rakennustieto-fi.libproxy.tut.fi/resource/juha/content/8467#page=1> Viitattu 19.3.2019

Talonrakennusteollisuus ry (2014) Toimiva työmaa - hyvät käytännöt. Saatavissa: https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/julkaisuja/toimiva_tyomaa_2014.pdf Viitattu 02.04.2019

Talonrakennusteollisuus ry (2015) Laadukasta rakentamista - työmaan hyviä käytäntöjä. Saatavissa: https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/laatu/laadukasta_rakentamista_2015_netti_isbn_.pdf Viitattu 2.4.2018

LIITE A: HAASTATTELUKYSYMYKSET

Vastaavat työnjohtajat:

YLEINEN KEHYS

- Mitä aikatauluja työmaalla oli käytössä?
- Miten aikataulujen laatiminen organisoitiin?
- Miksi aikataulujen laatiminen oli organisoitu siten kuin oli organisoitu?

YLEISAIKATAULU

- Kuka aikataulun laati?
- Mihin yleisaikataulun laatiminen perustuu? (Mistä menekit ja muut tarvittavat tiedot ovat peräisin?)
- Missä muodossa yleisaikataulu on (jana, paikka-aikakaavio)?
- Missä vaiheessa yleisaikataulu laaditaan?
- Hyväksytäänkö yleisaikataulu yrityksen sisällä, ja kuka hyväksyy tms. (Eli tarkastaako joku niitä)?
- Miten aikataulujen valvominen hoidettiin? (Missä muodossa ja kuinka usein valvontatieto kerättiin?)

RAKENTAMISVAIHEAIKATAULUT

- Millä perusteella on valittu, mistä tehdään rakentamisvaihe aikatauluja?
- Kuka aikataulun laati?
- Mihin sen laatiminen perustuu? (Mistä tiedot jne.?)
- Missä muodossa aikataulu on?
- Missä vaiheessa aikataulu on laadittu?
- Onko kukaan tarkastanut laadittua aikataulua?
- Miten aikataulun valvominen hoidettiin? (Missä muodossa, kuka teki, kuinka usein?)

HANKINTA-AIKATAULU

-Kuka aikataulun laati?

-Mihin sen laatiminen perustuu? (Mistä tiedot jne.? Millä perusteella hankittavat asiat valittu aikatauluun vai sisältääkö kaiken?)

-Missä muodossa aikataulu on?

-Missä vaiheessa aikataulu on laadittu?

-Onko kukaan tarkastanut aikataulua?

-Miten aikataulun valvominen hoidettiin? (Missä muodossa, kuka teki, kuinka usein?)

SUUNNITELMATARVEAIKATAULU

-Kuka aikataulun laati?

-Mihin sen laatiminen perustuu? (Mistä tiedot jne.?)

-Missä muodossa aikataulu on?

-Missä vaiheessa aikataulu on laadittu?

-Onko kukaan tarkastanut aikataulua?

-Miten aikataulun valvominen hoidettiin? (Missä muodossa, kuka teki, kuinka usein?)

TEHTÄVÄSUUNNITELMAT

-Miten valittu mistä tehdään tehtäväsuunnitelmat?

-Kuka tehtäväsuunnitelman laati?

-Mihin sen laatiminen perustuu? (Mistä tiedot jne.?)

-Missä muodossa tehtäväsuunnitelmat ovat?

-Missä vaiheessa se on laadittu?

-Onko kukaan tarkastanut sitä?

-Miten sen toteutumisen valvominen hoidettiin? (Missä muodossa, kuka teki, kuinka usein jne.?)

VIIKKOAIKATAULUT

-Mihin laatiminen perustuu? (Mistä tiedot, millä perusteella valitaan viikkoaikatauluun otettavat tehtävät jne.?) Sisälsivätkö viikkoaikataulut kaikki työt?

-Missä muodossa aikataulu on?

-Missä vaiheessa aikataulu on laadittu?

-Kuka aikataulun laati?

-Onko kukaan tarkastanut aikataulua?

-Miten aikataulun valvominen hoidettiin? (Missä muodossa, kuka teki, kuinka usein?)

OLIKO JOTAIN MUITA AIKATAULUJA, JOITA LAADITTIIN, MUTTA JOITA EI KÄSITELTY VIELÄ? Jos kyllä, niin niistä vastaavat kysymykset kuten yllä.

TYÖMAAN AJALLINEN TOTEUTUMINEN

- Miten työmaalla pysyttiin aikataulussa?

- Millaisia haasteita aikataulujen suhteen työmaalla oli?

- Minkä suhteen meni hyvin?

- Kohtasiko työmaa muunlaisia haasteita? Jos kyllä, niin millaisia?

- Mikä työmaalla onnistui erityisen hyvin?

- Mistä aikataulussa pysymisen haasteet mielestäsi johtuivat? (5xMiksi?)

- Mitä olisit itse voinut tehdä paremmin tällä työmaalla?

- Mitä kohdeyritys olisi voinut tehdä paremmin?

- Mitä projektin muut osapuolet olisivat voineet tehdä paremmin?

- Mikä esti tekemästä asioita paremmin?

AIKATAULUHALLINNAN KEHITTÄMINEN

- Mikä on suurin aikataulujen hallintaan liittyvä haaste? Miten niihin voi vastata?

- Minkälainen aikataulujen laadinta- ja valvontajärjestelmä olisi ihanteellinen?

- Haluatko vielä kertoa muuta aikataulujen hallintaan tai tähän työmaahan liittyen?

MUUT KYSYMYKSET

-Kuinka paljon sinulla/muilla työmaalla on aikaa käytettävissä aikataulujen hallintaan?

-Kuinka tärkeää aikataulujen hallinta mielestäsi on suhteessa työmaan muihin osa-alueisiin?

-Riittääkö, että kohde luovutetaan aikataulussa vai onko kaikkien laadittujen aikataulujen toteutuminen tärkeää?

Työpäälliköt:

YLEISTÄ

-Miten aikataulujen hallinta hoidetaan kohdeyrityksessä tällä hetkellä? Onko yrityksellä yhtenäistä käytäntöä tai ohjeistusta aikataulujen hallintaan?

-Kuinka hyvin henkilöstön aikataulujen hallintaan liittyvä osaaminen on tiedossa?

-Millaisia aikatauluun liittyviä haasteita kohdeyrityksessä kohdataan? Mitkä aikataulujen hallintaan liittyvät asiat osataan mielestäsi hyvin?

-Mistä aikatauluun liittyvät ongelmat johtuvat mielestäsi?

-Kuinka paljon kohdeyritys kohtaa haasteita aikataulujen hallinnan suhteen? Millaisia seurauksia aikataulussa pysymisen haasteet aiheuttavat?

-Millaisia muita haasteita kohdeyritys kohtaa? Mitkä asiat osataan hyvin?

AIKATAULUHALLINNAN KEHITTÄMINEN

- Mikä on suurin aikataulujen hallintaan liittyvä haaste? Miten niihin voi vastata?

- Minkälainen aikataulujen laadinta- ja valvontajärjestelmä olisi ihanteellinen?

-Mitä muuta haluaisit vielä sanoa?

AIKATAULUJEN LAATIMINEN JA VALVONTA

-Mitä aikatauluja yleensä laadit työmaille?

-Miten hoidat aikataulujen valvontaa?

-Miten toimit, kun huomaat, että aikataulu ei pidä?

KYSYMYKSIÄ TAPAUSTUTKIMUKSEN TYÖMAISTA

- Mitä aikatauluja laadit tälle työmaalle?

- Lisää kysymyksiä aikataulukohteisesti riippuen minkä aikataulun laadinnassa tai valvonnassa työpäällikkö on ollut mukana. Lisäkysymykset ovat samoja kuin vastaavilta työnjohtajilta kysytyt aikataulukohteiset kysymykset.

TYÖMAAN AJALLINEN TOTEUTUMINEN

- Miten työmaalla pysyttiin aikataulussa?
- Millaisia haasteita aikataulujen suhteen työmaalla oli?
- Minkä suhteen meni hyvin?
- Kohtasiko työmaa muunlaisia haasteita? Jos kyllä, niin millaisia?
- Mikä työmaalla onnistui erityisen hyvin?
- Mistä aikataulussa pysymisen haasteet mielestäsi johtuivat? (5xMiksi?)
- Mitä olisit itse voinut tehdä paremmin tällä työmaalla?
- Mitä kohdeyritys olisi voinut tehdä paremmin?
- Mitä projektin muut osapuolet olisivat voineet tehdä paremmin?
- Mikä esti tekemästä asioita paremmin?

MUUT KYSYMYKSET

- Kuinka paljon sinulla on aikaa käytettävissä aikataulujen hallintaan?
- Kuinka tärkeää aikataulujen hallinta mielestäsi on suhteessa työmaan muihin osa-alueisiin?
- Riittääkö, että kohde luovutetaan aikataulussa vai onko kaikkien laadittujen aikataulujen toteutuminen tärkeää?